



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП

ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИКА

ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМИ И ТЕХНОЛОГИИ

Штип

ЕВИЦА ДИМИТРИЕВА

**ПРИМЕНА НА СТАТИСТИЧКИ МЕТОДИ ВО
ОДЛУЧУВАЊЕТО ПРИ ПРОЦЕСОТ НА
УПРАВУВАЊЕ СО КВАЛИТЕТ**

МАГИСТЕРСКИ ТРУД

Штип, август 2013 год



UNIVERSITY "GOCE DELCEV" - STIP

FACULTY OF COMPUTER SCIENCE

INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Stip

EVICA DIMITRIEVA

**APPLICATION OF STATISTICAL METHODS IN
DECISION MAKING IN THE PROCESS OF
QUALITY MANAGEMENT**

MASTER'S THESIS

Stip, august 2013

КОМИСИЈА ЗА ОЦЕНКА И ОДБРАНА

ПРЕТСЕДАТЕЛ: Д-р Владо Гичев,
Вонреден професор,
Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип,
Факултет за информатика

ЧЛЕН: Д-р Влатко Чингоски
Вонреден професор,
Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип,
Електротехнички факултет

ЧЛЕН - МЕНТОР: Д-р Татјана Атанасова – Пачемска,
Вонреден професор,
Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип,
Факултет за информатика

Дата на одбрана: 26.08.2013

БЛАГОДАРНОСТ

Нема зборови со кои може да се опише мојата голема благодарност до мојата фамилија, пред сè за нивната огромна љубов, поддршка, разбирање и поттик за успешна изработка и реализација на магистерскиот труд.

Искрено изразувам голема благодарност до мојот ментор на овој магистерски труд, проф. д-р Татјана Атанасова - Пачемска, за нејзината соработка, помош и поддршка во текот на изработката на магистерскиот труд.

Без нив, ова не би изгледало вака како што изгледа сега...

ЕДНО ГОЛЕМО БЛАГОДАРАМ !

ПРИМЕНА НА СТАТИСТИЧКИ МЕТОДИ ВО ОДЛУЧУВАЊЕТО ПРИ ПРОЦЕСОТ НА УПРАВУВАЊЕ СО КВАЛИТЕТ

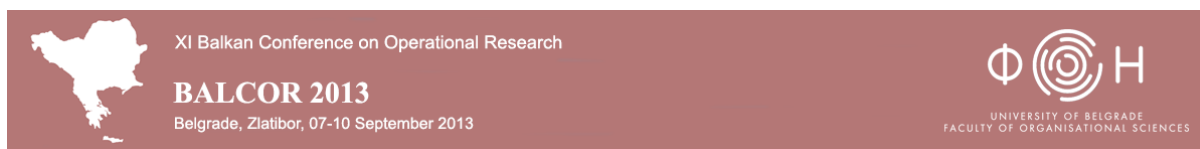
APPLICATION OF STATISTICAL METHODS IN DECISION MAKING IN THE PROCESS OF QUALITY MANAGEMENT

НАУЧНИ ТРУДОВИ прифатени за објавување:

1. Dimitrieva E., Atanasova - Pacemska T., Pacemska S.(2013). *Statistical process control in wine industry using control charts*. XL Symposium on Operational Research (SYMPOSIUM 2013), Faculty of Organizational Sciences, Zlatibor, Srbija



2. Atanasova - Pacemska T., Dimitrieva E., Pacemska S.(2013). *Using of statistical methods in the making decision process – case of macedonian companies*. XL Balcan Conference on Operational Research (BALCOR 2013), Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, Srbija



ПРИМЕНА НА СТАТИСТИЧКИ МЕТОДИ ВО ОДЛУЧУВАЊЕТО ПРИ ПРОЦЕСОТ НА УПРАВУВАЊЕ СО КВАЛИТЕТ

Краток извадок

Во денешно време, примената на статистичките методи зазема сè поважна улога во управувањето со компаниите особено во процесот на донесување на одлуки. Како помош во управувањето со квалитетот, некои од методите на статистичка контрола на квалитетот сè повеќе се наметнуваат во компаниите. Ако тие се користат со разбирање, помагаат во донесувањето на исправни бизнис одлуки, а тоа од друга страна значи заштеди преку намалување на трошоците и зголемување на продуктивноста.

Целта на статистичка контрола на процесите е да се потврди дека одреден процес (на производство, услуга..) е стабилен колку што е можно повеќе и дека варијабилноста во процесот е помала т.е влијанието на надворешните и внатрешните фактори е под контрола. Статистичката контрола на квалитетот, користејќи ги своите алатки, особено контролните карти, во голема мера може да придонесе за остварување на барањата на стандардите.

Контролните карти се многу моќна алатка во областа на статистичката контрола на процесите и се многу популарни во индустријата, а тоа се должи на нивните карактеристики. Основната цел на контролните карти е подобрување на производните процеси преку откривање на варијабилноста која се должи на одредени (специфични) причини. Откако ќе се утврди основната причина за варијација менаџерите преземат акција за да го поправат процесот.

Менаџерите кои ги водат процесите со примената на контролните карти го заменуваат интуитивното одлучување со донесување на одлуки базирани врз научна основа и потврдени низ искуство со анализа и обработка на статистички податоци.

Уште повеќе, софтверите за статистичка контрола на процесите им овозможуваат на менаџерите да се движат од субјективно донесување на одлуки, кон донесување на одлуки засновани на цврсти статистички податоци.

Клучни зборови: статистички методи, статистичка контрола на процесите, контролни карти, примена, анализа.

APPLICATION OF STATISTICAL METHODS IN DECISION MAKING IN THE PROCESS OF QUALITY MANAGEMENT

Abstract

Application of statistical methods takes more important role in the management of companies nowadays. Some of the methods of statistical quality control are increasingly intruded into companies to help manage quality. If they are used with understanding, the correct business decisions are made, which means savings by reducing costs and increasing productivity.

The goal of statistical process control is to confirm that a particular process (manufacturing, service..) is as stable as possible, and the variability in the process is smaller, therefore the influence of external and internal factors is under control. Statistical quality control, using their own tools, especially control charts can greatly contribute achieving the requirements of the standards.

Control charts are very powerful tool in the area of statistical control process and they are very popular in the industry, due to their characteristics. The main objective of the control chart is to improve manufacturing processes by revealing the variability which is related to certain (specific) reasons. Once the the underlying cause of variation is determinated, managers take action to fix the process.

Managers who manage processes with the use of control charts replace intuitive decision-making with decision-making based on science and proven through experience with processing and analysis of statistical data.

Key words: statistical methods, statistical process control, control charts, application, analysis.

Содржина

ВОВЕД	14
1. ТЕОРЕТСКИ ПРЕГЛЕД НА ПРОЦЕСОТ НА УПРАВУВАЊЕТО СО КВАЛИТЕТОТ	20
1.1. Значењето на квалитетот за компаниите	20
1.2. Основни поими за квалитетот и стандардите	21
1.3. Историскиот развој на квалитетот.....	22
1.3.1. Фаза на инспекција на квалитет-Quality Inspection,QI-.....	24
1.3.2. Фаза на контрола на квалитет - Quality Control,QC-.....	24
1.3.3. Фаза на обезбедување на квалитет-Quality Assurance,QA-	25
1.3.4. Фаза на управување со квалитет–QualityManagement,QM-	26
1.3.5. Фаза на тотално управување на квалитет - Total Quality Management, TQM	27
1.4. Методи и алатки за контрола на квалитет – видови и значење	27
1.5. ISO стандарди за квалитет – развој, видови	30
1.6. Видови на награди и трендови во развојот на системите за управување со квалитет.....	33
1.7. Важноста на управување со квалитет во современиот менаџмент	35
1.7.1. Елементи и претпоставки за успешно управување на контролата на квалитет	35
2. СТАТИСТИЧКИ МЕТОДИ, АЛАТКИ И СТАТИСТИЧКИ СОФТВЕРИ КАКО ПОДДРШКА ВО ПРОЦЕСОТ НА УПРАВУВАЊЕ СО КВАЛИТЕТ	39
2.1. Улогата на статистиката во бизнисот	39
2.2. Улогата на статистичките алатки во бизнисот	40
2.3. Примената на статистичките методи и техники во деловни истражувања	41
2.4. Корисници на статистички податоци.....	43

2.5. Улогата и значењето на статистичката контрола и статистичко мислење	44
2.5.1. Методи на статистичка контрола на процесите	44
2.5.2. Клучни фактори за успешно воведување на статистичките методи	47
2.6. Некои основни статистички поими	49
2.6.1. Распореда на фреквенција	52
2.6.1.1. Нормална Гаусова распределба	52
2.7. Некои видови статистички софтвери кои се користат денес	55
3. ПРИМЕНА НА СТАТИСТИЧКИ МЕТОД / КОНТРОЛА НА ПРОЦЕС СО КОНТРОЛНА КАРТА (ЕМПИРИСКО ИСТРАЖУВАЊЕ).....	65
3.1. Опис и видови на контролни карти	65
3.2. Подрачје на примена на контролните карти	70
3.3. Поделба на контролни карти	72
3.3.1. Контролни карти за нумерички (варијабилни) карактеристики	73
3.3.2. Контролни карти за атрибутивни карактеристики	77
3.4. Индекс на способноста на процесот	80
3.5. Препораки за примената на контролните карти во контролата на процесите	82
3.6. Примена на статистички метод на контролна карта во процесот на управување со квалитет	84
3.6.1. Изработка на \bar{X} контролна карта – пример во земјоделството	84
3.6.2. Примена на \bar{X} контролна карта во производна линија на кафе	89
3.6.3. Толкување на контролните карти	92
3.6.4. Реализирано истражување за користење на контролни карти во винската индустрија	95
3.6.4.1. Анализа на процесот со помош на контролни карти, заклучоци и препораки	97

4. КОРИСТЕЊЕ НА СТАТИСТИЧКИТЕ МЕТОДИ ВО ПРОЦЕСОТ НА ДОНЕСУВАЊЕ НА ОДЛУКИ ВО НЕКОИ МАКЕДОНСКИ КОМПАНИИ (ТЕРЕНСКО АНКЕТНО ИСТРАЖУВАЊЕ)	106
4.1. Методологија на истражување и карактеристики на компаниите	107
4.2. Резултати од истражувањето	116
ЗАКЛУЧОК , ПРЕПОРАКИ И ПРЕДИЗВИЦИ	147
ПРИЛОЗИ	150
Прилог бр.1	150
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА.....	156

ВОВЕД

Современиот деловен свет се карактеризира со бројни промени и предизвици. Еден од предизвиците е огромниот број на податоци со кој е натоварен и што да се прави со нив во функција на подигање на квалитетот во сите нивоа на управување и донесување одлуки. Но податоците не се исти како и информациите, како што и информациите не се исто како и знаењето. Податоците се само неискористени факти и со нивната организација се создаваат информации кои стануваат знаење тогаш, кога на основа на нив се зголемува увидот во проблемот [3]. Статистичките методи се еден од добрите начини за решавање на парадоксот на модерната ера, која означува премногу информации и многу малку знаење/разбирање [6].

Во потрага по добро решение, може да се применат различни квалитативни и квантитативни методи. Кога проблемите со големи количини на податоци и комплексни меѓусебни условености можат да бидат прецизно формулирани, во процесот на донесување одлуки мора да се вклучат статистичките методи и техники на операционите истражувања.

Пазарот, каде што владее многу голема конкуренција, поставува сè построги барања во однос на квалитетот, цената и испораката на производот и / или услугата. Компаниите треба да одговорат брзо и соодветно и да бидат флексибилни во своето работење. Денес една од основните позитивни особини која ги прави компаниите високо конкурентни е нивната флексибилност. Поради тоа е неопходно компанијата да најде соодветен начин и да применува соодветни алатки и методи кои ќе им помогнат да ја зголеми конкурентната способност во однос на можноста да реализираат производи и / или услуги. А од друга страна целосно ги задоволува строгите барања на корисници, се стреми кон постојано подобрување на квалитетот, што значи работи да се задоволат потребите и очекувањата на корисниците, преку намалување на варијабилноста на сите процеси и да се подобри процесот на способност, и како резултат на тоа да се зголеми квалитетот на производите и / или услугите.

Со статистичките методи се овозможува следење на работењето и структурните промени на деловните субјекти што претставува основа за пазарни анализи и донесување на деловни одлуки, а воедно претставува и основа за оцена на основните макроекономски показатели.

Методологија и подрачје на истражување, научна и општествена оправданост

Во денешно време, примената на статистички методи зазема сè поважна улога во управувањето со компаниите, особено во процесот на донесување на одлуки базирани на искуство. Некои од методите на статистичка контрола на квалитетот сè повеќе се наметнуваат во компаниите **како помош** во процесот на управување со квалитетот. Ако тие се користат со разбирање, помагаат во донесувањето на исправни деловни одлуки, а тоа од друга страна значи заштеди преку намалување на трошоците и зголемување на продуктивноста.

Навлегувањето на информатичко - комуникациската технологија во секој сегмент од процесите, овозможи да се развиваат специјализирани софтвери за статистичка контрола на процесите со цел да се овозможи на раководителите/ менаџерите да се движат од субјективно донесување на одлуки, кон објективно донесување на одлуки засновани на анализи и искуство и базирани на анализа и обработка на статистички податоци. Статистичката контрола на квалитетот, користејќи ги своите алатки, особено контролните карти, во голема мера може да придонесе за остварување на барањата на стандардите.

Во ова научно-теоретско и емпириско истражување е дефиниран предметот кој ќе се истражува - некои од статистичките методи - нивната примена, улога и значење во управувањето со компаниите. При тоа се користени општи и посебни научни методи. Од општите научни методи се користени: анализа и синтеза, метод на генерализација и компаративен метод, додека од посебните методи се користени: методот на анкета и статистичките методи. Во научно-теоретскиот дел е даден осврт на статистичките методи, нивното значење и улога во денешно време во компаниите.

Понатаму дефиниран е системот за квалитет, како и стандардите кои се неминовни во функционирањето на компаниите. Научно–емпириското истражување е направено преку практични примери за користење на статистички софтвери во конструкција на контролните карти како еден од статистичките методи кои се користи во компаниите и анкетен прашалник за менаџерите во истражуваните компании, како и статистичка обработка на податоците. При оваа анализа беше поставена соодветна **цел**: да се утврди поврзаноста на статистичките методи, техники и алатки во системите за управување со квалитет во сите сфери на управување во компаниите.

Целта на истражувањето беше реализирана преку повеќе задачи:

- ❖ утврдување на улогата и значењето на статистичките методи;
- ❖ опис на статистичките методи и колку тие се применуваат во компаниите;
- ❖ анализа на поврзаноста на статистичките методи со системот за квалитет;
- ❖ дефинирање на управувањето со квалитет во контекст на користење на статистички методи
- ❖ утврдување на потребите за примена на статистичките методи во донесувањето на одлуките.

Обуката на вработените во компаниите за користење на статистички методи во одлучувањето при процесот на управување со квалитет е предизвик на современото работење на компаниите, а осмислувањето и реализирањето на процесот на управување со квалитет преку сериозни компаративни анализи, примери од практиката и правилна примена на информатичко – комуникациската технологија *претставува современ образовен и научен проблем.*

Структура на магистерскиот труд

Магистерскиот труд е составен од четири глави:

Глава 1. Теоретски преглед на процесот на управување со квалитет и стандардите;

Глава 2. Статистички методи, алатки и статистички софтвери како поддршка во процесот на управување со квалитет;

Глава 3. Примена на статистички метод / контрола на процес со контролна карта (емпириско истражување);

Глава 4. Користење на статистичките методи во процесот на донесување на одлуки во некои македонски компании (теренско анкетно истражување)

Заклучоци, препораки и предизвици.

Во првата глава од магистерскиот труд е даден теоретски преглед на системот за квалитет, како и за стандардите. Прикажано е значењето и улогата на квалитетот за компаниите, историски развој на квалитетот и развојот на стандардите за квалитет. Овде е даден преглед на видовите на алатки и методи за контрола на квалитетот, трендовите за развој и видовите награди за квалитет во светот.

Втората глава од магистерскиот труд содржи теоретски приказ на статистичките методи, нивната математичка дефиниција и можностите за употреба. На крајот од оваа глава е даден приказ на некои видови статистички софтвери кои се користат за статистичка обработка на податоци.

Во третата глава од магистерскиот труд претставени се резултатите добиени преку реализирано теренско истражување каде е применет статистичкиот метод на контролна карта во контролата на процесот на донесување на одлуки. Дадена е општата теорија за контролни карти и е прикажано нивното подрачје на примена.

Потоа е даден опис на видовите на контролни карти со нивите карактеристики, прикажан е индексот на способност на процесот кој обично се применува после анализата на процесот со контролни карти и даден е заклучок и препораки за користење. Во понатамошното истражување е конструирана X - контролна карта со помош на додаток - статистички софтвер - во Microsoft Excel, кај примери во земјоделството, во производна линија на кафе и автоматска прскалка.

Со практична примена на користење на статистичкиот метод на контролна карта, направена е статистичка контрола на производството на вино во една македонска компанија каде што се детектирани слабости во процесот, а нивното отстранување значително ќе влијае во намалувањето на трошоците на производство и донесувањето на одлуки за натамошниот тек на производство. Утврдено е дека навидум незначителни фактори (кои интуитивно менаџерот не ги зема во предвид во донесувањето на деловните одлуки) може значително да ги зголемат трошоците на производство, но и трошоците на крајниот корисник. Направена е анализа на добиените резултати и предложени се мерки кои би било пожелно да се користат од страна на менаџерите во донесувањето на исправни бизнис одлуки во управувањето со квалитет во компаниите.

Во четвртата глава од магистерскиот труд направено е теренско анкетно истражување со цел да се истражи примената на статистички методи во македонските компании во зависност од: општите карактеристики на компаниите (дејност); демографските карактеристики (пол, возраст, образование, работно искуство) на менаџерите и карактеристиките на менаџерите поврзани со работното место (сектор, работното место и сл.).

Добиените резултати се обработени во додатокот - статистички софтвер - во Microsoft Excel и направена е нивна анализа. На крајот од анкетното истражување даден е заклучок и препораки.

Со ова истражување беа потврдени хипотезите дека се користат генерално основните статистички методи. Исто така се потврди хипотезата дека постои статистичка значајност на користењето на статистичките методи во компаниите во зависност од возраста на менаџерите, нивото на образование и работно искуство.

Истражувањето е направено на случаен и нерепрезентативен примерок.

Истражувањата на оваа проблематика за примена на статистички методи во македонските компании се многу ретки, па иако примерокот е случаен, може да се заклучи дека ова истражување е добра платформа за понатамошни истражувања во функција на подобрување на постапките за контрола на квалитетот во процесот на донесување одлуки.

Како прилог на магистерската работа е даден прашалник за користењето на статистичките методи во некои македонски компании.

На крајот од магистерскиот труд се донесени заклучоци и се дадени препораки за користење и примена за користење на статистичките методи од страна на менаџерите во компаниите.

1. ТЕОРЕТСКИ ПРЕГЛЕД НА ПРОЦЕСОТ НА УПРАВУВАЊЕТО СО КВАЛИТЕТОТ

1.1. Значењето на квалитетот за компаниите

Компанијата, за да го обезбеди своето место на пазарот, мора да произведе такви производи и услуги кои ќе ги задоволат потребите и очекувањата на корисниците. Мора да ги задоволи потребите и на корисниците и другите заинтересирани страни (вработени, сопственици, добавувачи, општествената заедница). Сепак, поради силна конкуренција и зголемување на барањата на корисниците за повисоко ниво на квалитет, ако не прави постојано подобрувања, компанијата може лесно да го изгуби добиеното место на пазарот.

Принципот на континуирано подобрување може да се спроведе ако менаџерите на деловните процеси имаат соодветна информатичка основа, која ќе им овозможи донесување на деловни одлуки врз основа на факти. Активности кои раководствата на компаниите треба да ги спроведат со цел да преживеат и да напредуваат, се следниве:

- ❖ да управуваат со процесите во компанијата;
- ❖ да се следат нивните текови;
- ❖ да ги воочуваат нивните трендови;
- ❖ да ги идентификуваат евентуалните проблеми;
- ❖ да ги анализираат можните причини за нивното настанување;
- ❖ да донесат одлуки за спречување на истите;
- ❖ да донесат одлуки за континуирано подобрување на процесот.

За сите овие активности е неопходно да познаваат и правилно да користат одредени методи и алатки. Задачата на раководството е да ја признае важноста на методите и алатките на управување со квалитетот и со правилна примена да се постигне конкретни подобрувања во работењето.

1.2. Основни поими за квалитетот и стандардите

Квалитетот се дефинира како „задоволување на потребите и барањата на корисниците“, иако историски поимот за квалитет добил различни значења. Квалитетот на производи или услуги може да се прикаже преку математичка релација како збир на карактеристики кои еден производ или услуга мора да ги поседуваат:

$$Q_{p/u} = \sum_{i=1}^{\bar{n}} Z_i \cdot k_i$$

каде што:

$Q_{p/u}$ - квалитетот на производот или услугата;

Z_i - ниво на значајност на i - карактеристики на квалитетот, како што тоа го гледа корисникот;

k_i - индивидуална карактеристика на квалитетот и

n - вкупниот број карактеристики.

Квалитетот може да биде претставен со следниот однос:

КВАЛИТЕТ = ЗНАЕЊЕ + ПЛАНИРАЊЕ + ДОКУМЕНТИРАНОСТ [32].

Основното начело дека производите и услугите мора да ги задоволат основните барања на корисниците, довеле до сознание дека спецификациите со кои се дефинира производот не се гаранција дека производот навистина ќе го постигне бараниот квалитет.

За да се постигне тоа доаѓа до развој на стандарди за дефинирање на системот за квалитет. Истите го олеснуваат изградувањето на системот за квалитет преку упатството за управување на квалитетот и општите услови преку кои ќе се осигура дека квалитетот е вграден во производот / услугата, а не (само) да го контролира постигнатото ниво.

Стандардите ги дефинираат барањата и одредуваат кои елементи мора да ги содржат системите за квалитет, а начинот на кој компанијата тоа ќе го постигне зависи од самите нив и нивните услови за работа.

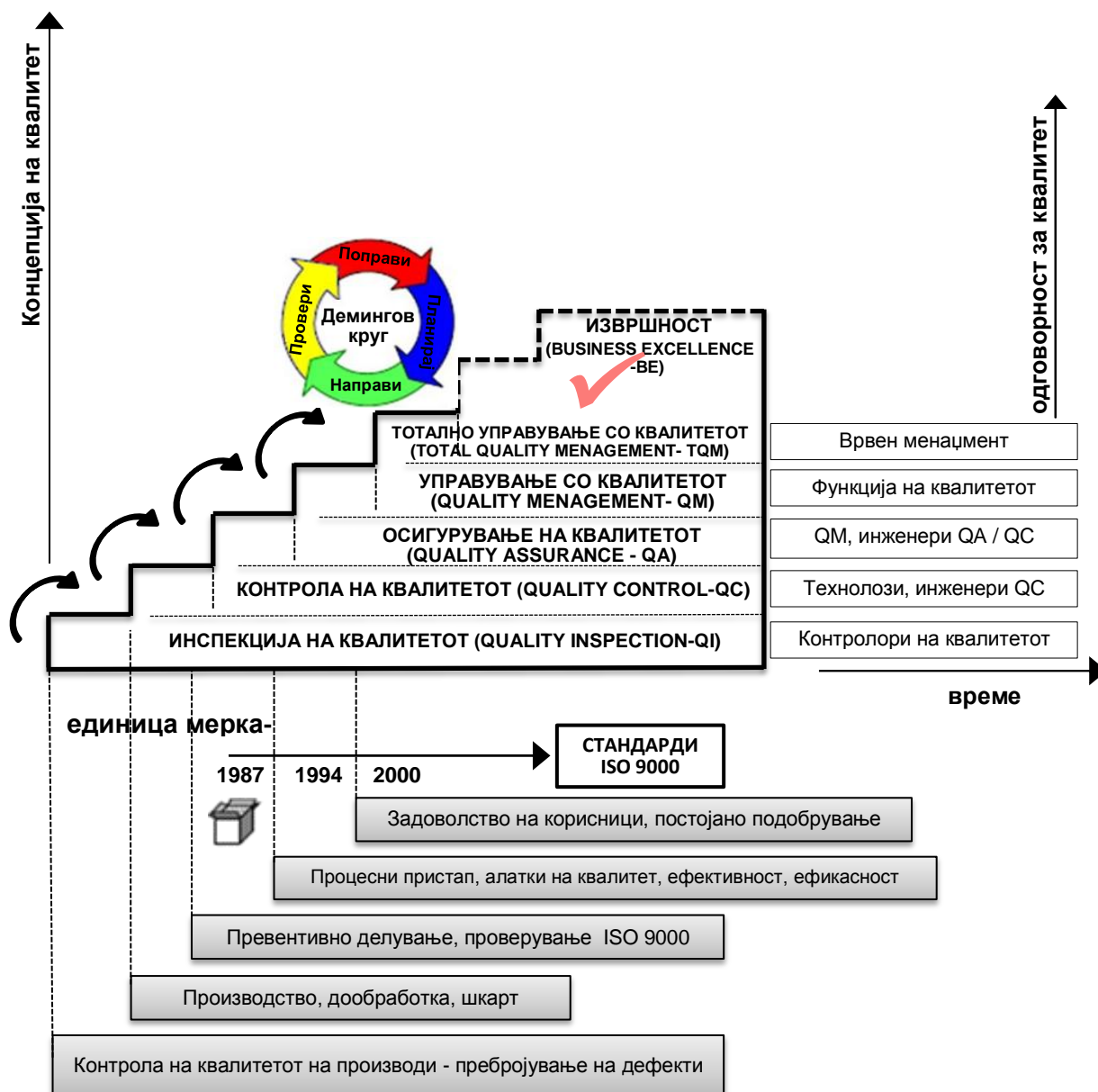
1.3. Историскиот развој на квалитетот

Последниот век се смета за „век на квалитет“, затоа што истражувањата покажуваат дека денес вообичаено 80-90% од корисниците на прво место го ставаат квалитетот на производот. Квалитетот е стар колку и човечката историја.

Уште од околу 2000 година п.н.е., со Хамурабиевиот законик од Вавилон (Hammurabi-King of Babylon, 2240 p.n.e), биле пропишани строги казни за несовесни и неквалитетни изведувачи на сите видови на професии. Затоа е погрешно квалитетот и систематско истражување на квалитетот да се набљудува само како наследство на индустриската револуција.

До „експлозијата на квалитетот“ доаѓа со појава на системскиот пристап на квалитет веднаш по Втората светска војна. Оттогаш, до денес има развиено голем број на концепции со сосема нов филозофски пристап.

Квалитетот во текот на овој век генерално се развивал низ неколку фази, кои треба да се сфатат условно поради временско преклопување, нерамномерното ширење поради различниот техничко - технолошки развој на одделни земји како и практично прифаќање на воспоставените концепти и принципи. Еволуцијата на квалитетот продолжува, а пооделните фази на еволутивниот развој се дадени на слика 1. [41].



Слика 1. Еволуција на квалитетот
Figure 1. Evolution of quality

Наведените кратенки (QI, QC, QA, QM, TQM) од слика 1. Еволуција на квалитетот се веќе меѓународно воспоставени.

1.3.1. Фаза на инспекција на квалитет-Quality Inspection,QI-

Првата фаза QI, временски се појавува во периодот од 1920 до 1960 година, додека просторно и производствено во САД и Европа. Основните карактеристики на оваа фаза се насочени на производот во однос на зголемената побарувачка и во завршната контрола на производот се користат мерни и контролни алатки. Оваа фаза се нарекува фаза на прибирање или пребројување на дефекти - одвојување на лоши од добри производи на крајот на процесот на производство. Овде се појавуваат и почетоците на примена на научните методи за контрола и управување на квалитетот.

1.3.2. Фаза на контрола на квалитет - Quality Control, QC-

Втората фаза се појавува во 1960-тите години во САД, Европа и дел на Јапонија. Она со што се карактеризира е насочување на процесот и оперативно управување на процесот со употреба на статистичка контрола на процесот (SPC-Statistical Process Control). Потоа се врши меѓуфазна и завршна контрола на квалитетот на производот, како и можноста за спроведување на корективни мерки.

Управувањето е исклучиво ориентирано кон финансиските текови, како и во претходната фаза. Под контрола на квалитетот се подразбира збир на методи и постапки за задоволување на поставените барања, врз основа на стандардизирани критериумите за квалитет.

1.3.3.Фаза на обезбедување на квалитет-Quality Assurance,QA-

Оваа фаза се појавува во развиени западни земји и земјите на Далечниот Исток, а временски во 70-тите и 80-тите години на минатиот век. Нејзини главни карактеристики се ориентирање на процесот и обезбедување на крајниот квалитет на производ. Сето тоа го остварува преку согледувањето на „трошоците на лошиот квалитет" и превентивно делување. Концепцијата за обезбедување на квалитетот според мислењето на повеќето научници, е развиена под притисок на ресорните министерства за одбрана, при набавката на оружје и воена опрема. Зачетоците се во САД (по Втората светска војна), а потоа и во други земји (НАСА, НАТО пактот, контрола на нуклеарни центри) и др.

Кај оваа фаза главната цел е да покаже дека самата индустрија е способна да постигне одреден квалитет без воведување на дополнителни напори, пропишани превентивни мерки за да се добие бараниот квалитет пред тие да се применуваат. Оваа фаза е зачеток на стандардите за квалитет, кои вклучуваат елементи на системите за квалитет во сите фази на производот. За прв пат во историјата на развојот на науката, техниката и технологијата на квалитет, во системот за квалитет и контрола, се воведува строго пропишан модел кој е контролиран од страна на компетентна и овластена организација. Со таквиот модел се поставува обврска и барања пред добавувачите во форма на стандарди. Концептот на QA е наметнат на економијата на Јапонија, која во 1980-тите години на пазарот пласира висококвалитетни производи по значително поповолни економски услови и цени.

1.3.4. Фаза на управување со квалитет–QualityManagement,QM-

Оваа фаза е присутена во сите развиени земји, во 1990-тите години и затоа се нарекува „најголем светски проект“. Се карактеризира со нагласената функција на квалитет, во која земаат учество сите вработени, особено менаџментот. Како доста важна карактеристика е што ова е време на развој на управувањето со квалитетот и информационите технологии, како и нивната примена во управување со целокупниот процес во компаниите, вклучувајќи го и квалитетот.

По Втората светска војна квалитетот во Јапонија станува национален императив. Јапонски научници и инженери формираат Сојуз на јапонски научници, инженери (JUSE - Japanese Union of Scientists and Engineers- основана 1946 г.), и заедно со американски експерти (Juran, Деминг и Feigenbaum) се посветиле на работата на обновата на земјата. Потоа наредните десет години на сите менаџери, сè до крајните извршители била спроведена интензивна обука. Во 1960-тите години тоа резултирало во развојот на доктрина за управување со квалитетот позната како TQC-Total Quality Control, која подоцна ќе прерасне во CWQC-Company Wide Quality Control. Тогаш Јапонија работела на драстични подобрувања на квалитетот на индустриското производство, додека Америка била преокупирана со масовно производство како најголем снабдувач во светот. Од средината на 70-тите години јапонскиот квалитет го надминал квалитет на запад и дваесетина години подоцна, тоа станало движење за квалитет, примена на експерт методи и алатки за квалитет (QFD, FMEA, SPC) итн. QM подразбира управување со процесот со минимални трошоци, со цел да се зголеми задоволството на корисниците. Компанијата за да ја постигне таа цел, мора да воспостави систем со соодветни постапки, процеси и соодветна документација кои се потребни за вршење на контрола на квалитетот.

Системот за управување со квалитет Quality Management System (QMS) подразбира процедурално управување и методологија на подобрувања, вклучувајќи колективни планови, активности кои ќе гарантираат дека производот, или услугата ќе ги задоволат бараните потреби.

1.3.5. Фаза на тотално управување на квалитет - Total Quality Management, TQM

Во оваа фаза всушност е преминот од нивото на QM (или QMS) на TQM, или преминот од фазата на управување на системот за квалитетот и изградување на системот за квалитет. Оваа фаза во некои земји како Јапонија, САД, е веќе присутна, додека за поголемиот дел од светот, таа претставува иднината и целта кон која се стремат. Со TQM се промовира примена на принципите за квалитет, во интеграција на сите функции и процеси, со крајна цел постигнување на задоволството на крајните корисници.

Од анализата на еволутивниот развој на системот за квалитет може да се заклучи дека главниот мотив за континуиран развој на системите за квалитет е желба и усмереност на промени со цел да се постигне квалитет и сигурност на производи, услуги, партнери и животната средина.

1.4. Методи и алатки за контрола на квалитет – видови и значење

Методите и алатките за контрола на квалитетот може да се дефинираат како практични техники, вештини, средства или механизми кои може да се применат за решавање на конкретни задачи и проблеми поврзани со системот за управувањето со квалитет. Секоја алатка за управување со квалитетот има свои специфичности, додека методите подразбираат примена на повеќе алатки. Постојат многу принципи во класифицирање на методите и алатките. Една таква класификацијата, каде што методите и алатките се класифицираат во три групи е прикажана на слика 2. [29].



Слика 2. Класификација на методи и алатки
Figure 2. Classification of methods and tools

Првата група ги презентира основните алатки, кои се статистички алатки за управување со квалитетот. Тие се ориентирани во правец на решавање на проблемот и пожелно е да ги познаваат сите вработени во компанијата.

Во втората група се дадени нови / дополнителни алатки, кои имаат значајна улога во процесот на планирање на процесот, но тие може широко да се применуваат во различни области. Првенствено се насочени на подобрување на комуникацијата (помеѓу корисници и дизајнери, вклучувајќи и инженери итн.) и систематизација на идеи, ставови и размислувања.

Третата група се состои од методи со различна сложеност, кои се клучни за процесот на континуирано подобрување.

Важноста на методите и алатките е во тоа дека повеќето од нив може успешно да се користат во сите системи за следење различни оперативни параметри. Практиката покажува дека повеќето од методите и алатките сè уште се користат во потсистемот квалитет.

Примената на основните алатки треба да се практикува во секоја компанија. Познато е дека 95% од проблемите компанијата може да ги реши со примена на основните алатки. Без статистичка анализа или анализа на квалитетот во процесот, нема ефективно работење односно раководење, а со тоа нема ни позитивни резултати.

Пред сè, сите методи и алатки помагаат во навремено откривање, намалување или елиминирање на грешки. На тој начин се намалуваат или се елиминираат трошоците кои настанале како резултат на настаната појава: додатна контрола и надзор, повторна работа, отпадок/дефект, реализирана гаранција, поврат на производ. Се постигнуваат големи ефекти со мали вложувања. Малите вложувања се насочени во едуцирање на кадри кои ќе ги научат, прифатат и применат методите и алатките.

1.5. ISO стандарди за квалитет – развој, видови

Зачетоците за развој на пишани процедури кои имаат за цел градење на систем за квалитет датираат од 1959 година во воената индустрија во САД. Воената администрација во Соединетите Американски Држави (US Military Procurement) го издала првиот документ кој ги разгледува проблемите за обезбедување на квалитет во воената индустрија под називот MIL-Q-9858. Десет години подоцна, пишана документација за управувањето со квалитетот позната како "AQAP Series", издава и НАТО. Подоцна, по моделот на САД, и други држави почнуваат со развојот на нивните национални стандарди, со цел производство на квалитетни производи и ефикасно управување со квалитетот. Силно влијание врз развојот на стандардите за квалитет имала и нуклеарната индустрија. Од 1970 година со закон е регулирано изградба на нуклеарни центри во САД со примена на методологија и процедури за обезбедување на квалитет по модел на воената индустрија.

Објавување на стандардите ISO 9000 во 1987 означува нов период во историјата на теоријата и практиката на квалитет. Оттогаш квалитетот се третира како основен економски параметар и неизбежен елемент во производствените, а подоцна и во услужните компании, како и во сите сфери на животот и работата. Интензивниот развојот на ISO стандарди за квалитет заедно со развој на интерните стандарди и програми за подобрување на квалитетот брзо доведува до појава на национални и меѓународни награди за квалитет. За таа цел се формираат регионални и меѓународни организации за сертификација и едукација, организирање на бројни семинари и конференции, како и бројни национални и меѓународни акции посветени на квалитетот (денови, недели и месеци на квалитет). Преку стандардите за квалитет се укажува на важноста на слоганот: „Квалитетот не е сè, но сè е ништо без квалитет“. Вообичаена практика и правила е ISO стандарди да се преиспитуваат најмалку секои пет години со цел да се утврди потребата за нивните иновации или евентуалните повлекувања.

Стандардот претставува пишан документ со низа прецизни и кратки дефиниции, технички спецификации, правила, критериуми, мерки и карактеристики кои ги опишуваат материјалите, производите, процесите и системите.

Стандардите, како технички спецификации обезбедуваат компатибилност меѓу производите и услугите, соодветните нивоа на безбедност, квалитет, ефикасност и тест методи потребни за да се воспостави ускладеност со спецификациите. Имплементацијата на стандардите на ЕУ (Регулатива бр. 295/200)

8) на Европската комисија во пресметките на СДС (структурна деловна статистика) овозможува меѓународна споредливост на податоците [16].

Стандардите се инструмент за целосна економска и индустриска интеграција, кои се потребни за управување со сложените системи и обезбедување на квалитетни производи или услуги. Во зависност од прифаќањето стандардите може да бидат внатрешни, индустриски, регионални, национални и меѓународни, прикажани во Табела 1. [41].

Табела 1. Видови на стандарди
Table 1. Types of Standards

Хиерархиско ниво	Настанување / примена	Примери на надлежни организации
Интерни	Во поедини организации од национален и мултинационален тип	-
Индустриски	Една или повеќе индустриски гранки во една земја	VDI, VDMA, ASTM и др.
Национални	Подрачје на поединечни држави	DIN, GB, HRN, BAS и др.
Регионални	Поединечни региони во Европа, Америка и др.	На пр. Европска организација ⁸
Меѓународни	Практично важи за целиот свет	ISO и др. ⁹

⁸ На европско ниво, постојат пет организации одговорни за стандардизација, а тоа се:

- CEN (Европски комитет за стандардизација) како највисок регионалниот орган кој е директно под ISO, одговорен за сите области кои не се опфатени со други организации;
- CENELEC (Европскиот комитет за електротехничка стандардизација), чија надлежност е електротехнологијата;
- ETSI (Европски институт за телекомуникациски стандарди), кој е надлежен за телекомуникации. Централноевропски и источноевропските земји се придружни членови на CEN и CENELEC. Спротивно CEN и CENELEC членови ETSI не се национални делегации, но може да бидат јавни или приватни организации кои се вклучени во телекомуникациите;
- AECMA (Европската асоцијација на производители на опрема за воздухопловство и вселенски програми) чија надлежност е стандардизација во оваа област и
- ECISS (Европски комитет за стандардизација, што е на било кој начин поврзан со железо и челик).

⁹ Признатите организации за стандардизација на глобално ниво се:

- IEC (Меѓународната комисија за електротехника) е надлежна во областа на електротехнологијата;
- ITU (Меѓународната унија за телекомуникации) во областа на телекомуникациите и радиокомуникација и
- ISO (Меѓународна организација за стандардизација), е компетентна за сите други подрачја. Создадена е во 1946 година, за развој на меѓународните стандарди во различни области. Нејзиното седиштето е во Женева.

1.6. Видови на награди и трендови во развојот на системите за управување со квалитет

Најуспешните модели на Total Quality Management (TQM) главно се врзуваат и се поддржани од страна на модели на престижни награди за квалитет (совршени модели). Од нив најважни се сметаат [41]:

- ❖ Американскиот модел: Malcolm Baldrige награда за квалитет (MBNQA) ;
- ❖ Јапонски модел: Demingova награда за квалитет и
- ❖ Европски модел: Европска награда и EFQM Бизнис модел за извонредност и самопроценка.

Како критериуми за овие награди, од било која област, се образовни програми во насока на подобрување на квалитетот. Искуствата од развиените земји покажуваат дека кај нивните успешни организации, веќе се спроведуваат два или повеќе од овие модели. Многу научници веруваат дека Балдигоровата, Деминговата и Европската награда за квалитет, заедно со ISO 9000 стандардите (или дури и ISO 14000) се одлични TQM програми во производство и услугите.

Критериумите за другите награди за квалитет се базираат на слични принципи, кои се усогласени со Балдигоровта награда. Меѓу критериумите за европската награда за квалитет и EFQM американска (MBNQA) награда постои многу мала разлика, затоа што американскиот модел се покажал исклучително успешен.

MBNQA модел не е статичен, брзо се прилагодува на промени што се случуваат и од 1988 година до сега, постојано се усовршува (основниот принцип на континуирано подобрување). Додека моделот EFQM не претрпел промена од неговото формирање 1988 година до денес.

Во врска со високото образование и здравствени установи треба да се напомене дека Baldrige наградата е најдалекусежна, бидејќи нејзините барања се најсложени.

Деминговата награда е таа која обезбедува бројни можности за софистицирана статистичка анализа и заедно со европска награда EFQM моделот може да се користи за успешен развој на системот управување со квалитетот - Total Quality Management (TQM).

Оттука може да се каже дека стандардите на ISO 9000 серија се значајни, бидејќи ги обезбедуваат почетните основи и документации на системот за управување со квалитет кој се базира на контрола и управување со документи, периодични прегледи (самоевалуација или ревизија) и глобалната сертификација (регистрација) од страна на овластените институции.

1.7. Важноста на управување со квалитет во современиот менаџмент

1.7.1. Елементи и претпоставки за успешно управување на контролата на квалитет

Денес квалитетот станува еден од клучните фактори за конкурентна предност на пазарот. Во време на високо квалитетни производи и услуги и зголемување на конкуренцијата на пазарот, секоја компанија мора како приоритетна цел да си го постави квалитетот и тоа квалитет на секое ниво. Управување со квалитетот / Total Quality Management / многупати се покажал како ефикасен процес на подобрување и функционирање на компанијата и неговата вредност се потврдува преку сеопфатен и добро осмислен имплементациски процес. TQM како серија од промени во процесот мора да бидат сфатен како филозофија на работата која влијае на начинот на работењето на компанијата. Управувањето со квалитетот како клучен ресурс во натпреварот на пазарот за да ги придобијат корисниците значи постојана потрага по подобри техники, технолошки, маркетиншки и други подобрувања и додатоци за да се овозможи тоа да го произведе посакуваниот резултат, а тоа е задоволство на корисниците. Да се задоволат потребите на корисниците првенствено треба да обезбеди квалитет на производите и услугите.

За успешно спроведување на контролата на квалитетот е потребно да се исполнат 4 основни претпоставки:

1. да се разберат статистичките техники кои се користат во статистичките методи за контрола на квалитетот;
2. да се разбере целта (значењето) и целите (филозофија) на примената на овие методи;
3. познавањето на мерните и контролни постапки за контрола кои се користат во процесите;

4. да се осигура дека повисокото раководство ги разбира целите кои можат да се постигнат со примена на методите кои овозможуваат контрола на квалитетот.

За статистичкото следење на процесот треба да се утврдат следните елементи:

- ❖ еден или повеќе клучни карактеристики на квалитетот кои треба да се следат;
- ❖ постапката на мерење (мерно средство, параметри, локација и услови за мерење);
- ❖ статистички метод;
- ❖ големината и бројот на мостри (примерок);
- ❖ фреквенција на земање мостри.

Секој бизнис процес е подложен на варијабилност. Варијабилноста на процесот се смета за нормална појава која мора да се земе во предвид. Варијабилноста на параметрите во подрачјето на трансформација на влезните големини во излезни влијае на варијабилноста на целиот бизнис процес. Сите појави на варијабилноста, а подоцна и отстапувањата во процесот од оптимумот, не мора да влијаат на нивото на квалитетот на процесот.

Меѓутоа, ако дојде до оддалечување на нивото на квалитет од линијата на оптимален процес толку многу, што тој се приближува до дозволените толеранции или излезе од надвор од рамката, се појавуваат дополнителни трошоци поради (не) - квалитет.

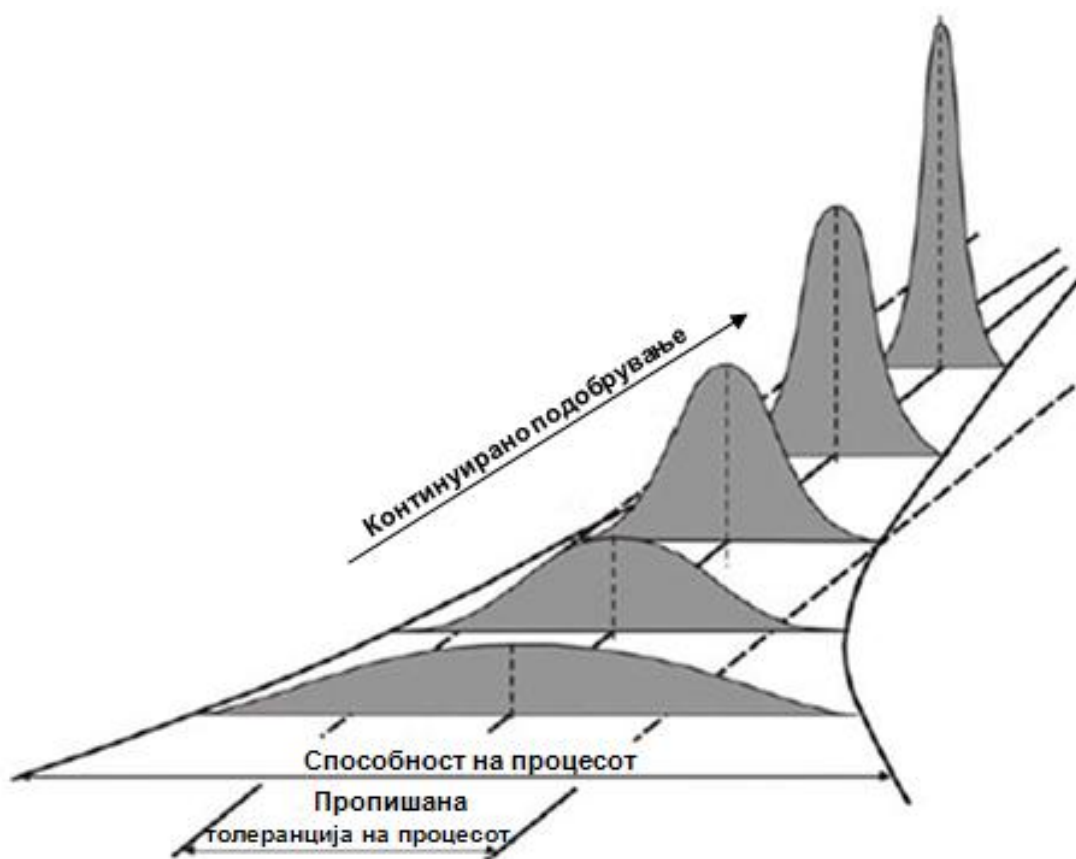
Процесот станува премногу скап, го загрозува квалитетот на резултатите, што предизвикува сериозни прашања за степенот на задоволство на корисниците, па затоа станува нерационален.

Затоа, потребно е успешно да се управува со процесот во однос на:

- ❖ постигнување на одредено ниво на способност на процесот, стабилност и точност;
- ❖ постојано подобрување, што се манифестира со намалување на варијабилноста на процесот.

Процес на континуирано подобрувања е даден на слика 3. [29].

Станува збор за подобрување на стабилен, центриран процес, но недоволно точен.



Слика 3. Процесот на континуирано подобрување
Figure 3. The process of continuous improvement

Способноста на процесот е величина на расејување (варијабилност) на клучните карактеристики на процесот, што математички гледано, е шест стандардно отстапување (6σ), пресметано на примерок од поединечните мерења на набљудуваните карактеристики на процесот.

Континуираното подобрување на способноста на процесот, или варијабилноста на набљудуваните карактеристики на процесот, се сведува на намалување на границите на пропишаната толеранција на процесот. На овој начин, точноста на процесот значително се зголемува покрај елиминирање на трошоците поради (не) квалитет.

За да може компанијата да одржи оптимална стабилност на процесот и да прави континуирани подобрувања со цел да преживее и да напредува, раководството треба да знае и да користи одредени алатки и методи во управувањето со квалитетот.

Без употреба на одредени методи и алатки, ниту една компанија не може да биде успешна, иако таа работи, а особено не може да врши континуирано подобрување и да оди по патот на деловна совршеност на својот систем, своите процеси и производи или услуги.

2. СТАТИСТИЧКИ МЕТОДИ, АЛАТКИ И СТАТИСТИЧКИ СОФТВЕРИ КАКО ПОДДРШКА ВО ПРОЦЕСОТ НА УПРАВУВАЊЕ СО КВАЛИТЕТ

2.1. Улогата на статистиката во бизнисот

Статистичките податоци се од суштинско значење во бизнисот, бидејќи со помош на нив се прикажува профитабилноста; без профит бизнис е речиси бесполезен. Споредувањето помеѓу приходите и расходите е основна форма на сметководство во бизнисот и обезбедува докази за профитабилност.

Статистичката контрола на квалитет (SPC) е термин кој се користи за да се опише множество на статистички алатки кои се користат од страна на квалитетни професионалци. Статистичката контрола на квалитетот може да биде поделена во три широки категории:

1. Дескриптивна статистика - се користи за да се опишат карактеристиките и врските на квалитет.
2. Статистичка контрола на процесите (SPC) - вклучува инспекција на случаен примерок на избор од процесот и донесување на одлука дали процесот на производство на производи со карактеристики кои спаѓаат во предодредениот опсег одговара на прашањето дали процесот функционира правилно или не.
3. Прифаќањето на земање мостри од примерок е процес на случајна инспекција, во зависност од тоа дали да го прифати одлучувањето врз основа на резултатите.

2.2. Улогата на статистичките алатки во бизнисот

Статистиката и анализата на голем број на нумерички податоци што се користат во корпоративниот процес, им обезбедуваат на бизнисмените со алатките (статистички методи и техники) да спроведуваат кратки и долгорочни процеси, планови и маркетинг истражувања. Извештаи за добивка и загуба, системот за управување со информации и удел на пазарот, графикони, ... се само неколку алатки кои произлегуваат од употребата на дескриптивната статистика. Сопственикот на компанијата или менаџер не може да има целосно разбирање на основните информации потребни за да води успешно корпоративно работење, без правилна употреба на статистиката. Пред да се отпочне со некој нов бизнис (start-up) треба најправо да се изработи студија за изводливост и исплатливост (физибилити студија) и бизнис план за банките или потенцијалните инвеститори со цел да си обезбедат финансирање. Статистиката може да се користи за да се излезе со практичен бизнис план со кој ќе се заинтересираат потенцијалните партнери или финансиски институции. Некои претприемачи учат концепти, апликации кои се однесуваат на употребата на статистичките податоци сè со цел да се стекнат со знаења за статистичките алатки како би можеле да им помогнат во постигнувањето на деловните цели.

Статистички програми како што се Excel (или друг тип софтверски пакети) се добар начин да се создаде и да се управува со бази на податоци на релевантни информации. Excel има серија на формули кои може да се користат да се анализираат и групни податоци. Целта на евиденцијата и анализата треба да се најде во клучни области кои влијаат на профитот, перформанси и задоволството на корисниците. Статистичките алатки и техники се лесен и практичен начин да се направат подобри одлуки во компанијата.

2.3. Примената на статистичките методи и техники во деловни истражувања

Статистичките методи и техники се повеќе се применуваат во деловните истражувања во насока на интрепретација и трансформација на податоците (суровите статистички податоци добиени од истражуваниот процес или појава) во мета податоци, односно информации (статистички параметри: аритметичка средина, медијана, стандарно отстапување и др.), преку кои се реализира предвидувањето, проекцијата или симулацијата.

Битно прашање е во кои фази на деловното истражување се применуваат статистичките методи?

Уште при избор на темата за деловното истражување се јавува потреба да се определи кои статистички методи ќе се користат во истражуваниот процес или појава, изворите на користење, нивната достапност, мерливост, и сл. Понатаму тие се битни во дефинирањето на методологијата на научното истражување, а се применуваат и при изработката на нацртот на истражувањето, собирањето и обработката на добиените податоци, изработката на извештаите и сл.

Статистичките методи и техники се научно засновани методи и се битни уште при поставувањето на научната и работната хипотеза, при планирањето и експерименталото истражување (компјутерска симулација), обработка и претставување на добиените податоци и донесување на статистички заклучок од тоа истражување.

Затоа, при изборот кои статистички методи и техники (со соодветна софтверка поддршка) ќе се користат во деловното истражување, неопходно е исполнување на следните претпоставки:

- ❖ целосно познавање на теоретскиот концепт на статистичките методи и техники кои се применуваат;
- ❖ познавање на софтверски пакети, алатки за статистичка анализа, on-line статистички апликации и др.;
- ❖ познавање на структурата на статистичките бази на податоци и сл. и
- ❖ користење на соодветна статистичка терминологија и изработка на статистичките извештаи, како и нивна интерпретација.

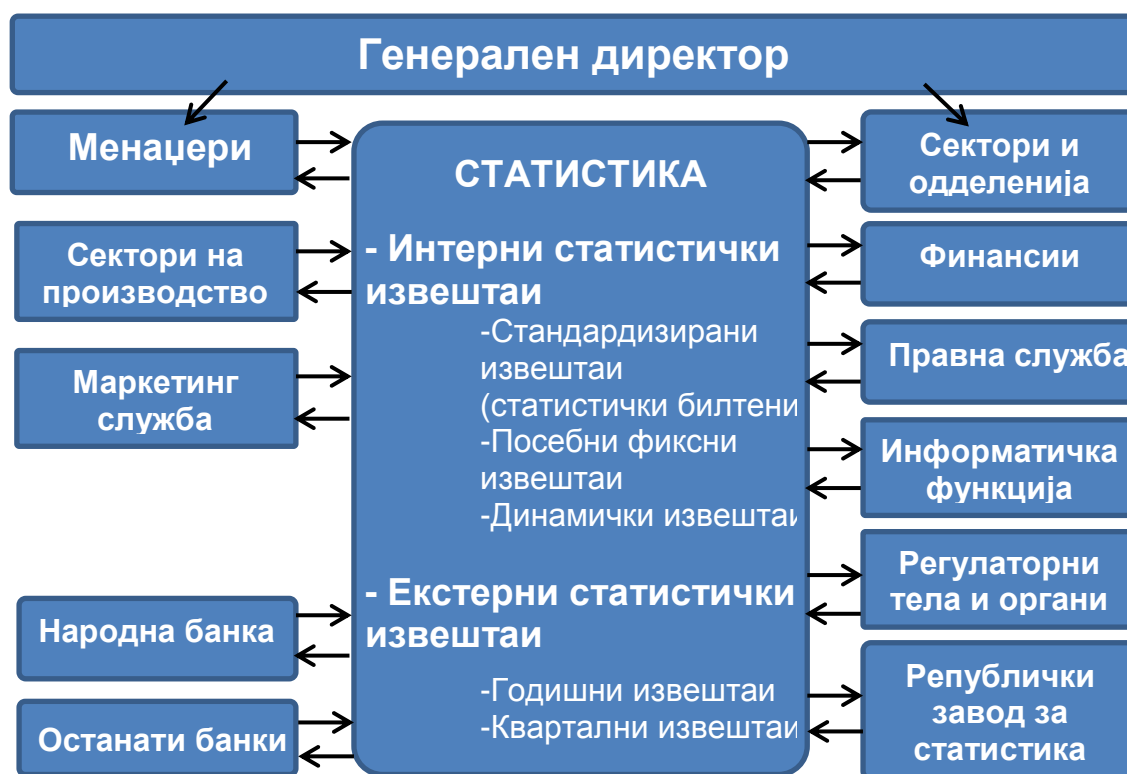
За да биде успешно едно истражување не се доволни само работата и талентот, туку е важно неминовното познавање и примената на статистичките методи и техники кои се научно засновани и обезбедуваат доследна реализација.

2.4. Корисници на статистички податоци

Начини на користење на статистичките податоци се: контрола, складирање-архивирање и повторно наоѓање. При користењето потребно е да се земе во предвид широкиот опсег на потреби како што се: потребата на корисниците, квалитетот на податоците, потполно опишување на податоците при влез на документите, заштита и сигурност на податоците, споредливост на податоците низ одредено време, благовременост на конечните податоци, финансиска импликација, јавно разбирање и прифаќање.

Корисници на статистичките податоци се: екстерни и интерни корисници.

- 1) **Екстерни корисници:** Народна Банка, Републички завод за статистика, Регулаторни тела и органи и други екстерни корисници.
- 2) **Интерни корисници:** Менаџмент на компанијата – да донесува деловни одлуки, да ја следи реализацијата на поставената цел; сектори / одделенија, да ги согледуваат резултатите и да ги подготвуваат предлозите за донесување одлуки на менаџментот и останати интерни корисници.



Слика 4. Интерни и Екстерни корисници на статистичките податоци
Figure 4. Internal and external users of statistical data

2.5. Улогата и значењето на статистичката контрола и статистичко мислење

2.5.1. Методи на статистичка контрола на процесите

Статистичка контрола на процесите (eng. *statistical process control* – SPS) вклучува употреба на статистички техники за мерење и анализа на варијации (девијации) во процесот. SPC може да се користи за да се информира раководството за промените во подобрување на процесот [30].

Во потесна смисла под SPS методите се подразбира спроведување на процесот на контрола со помош на статистички контролни карти и индекси на способност на процесот. Постоенето на варијабилност кај процесот е основа за вршење на контрола на процесот и претпоставката дека процесите на производство не се во состојба на целосна контрола, односно дека процесот не е стабилен. Контролната карта е графички приказ на процесот со помош на кој се добиваат информации кои се потребни за создавање на тековните перформанси на квалитетот.

Важен елемент на контролата на квалитетот е препознавањето на разместеноста на мерките кои веројатно не го одразуваат природниот варијабилитет туку сигнализираат некоја структурна причина која бара дополнително испитување [37]. Систематските или посебните причини се резултат на надворешни извори, кои е потребно да се откријат, затоа што се составен дел од процесот и не може да се избегнат. Појавата на овие причини е доста непредвидливо, случајно и несистематски и е потребно да се преземе корективна акција за отстранување од процесот.

Вкупната варијација на процесот е еднаква на збирот на посебните (систематски) и случајни (несистематски) причини за варијација. Благодарение на различни техники за контрола има многу начини за да се спроведе статистичка контрола на процесите и производите.

Статистичките методи ги даваат следните можности: (според Вучков [7])

1. Даваат можност да се открие причината за проблемот, како и нејзиното отстранување;
2. Даваат правила за планирање на набљудувања и експерименти со цел да се изградат математички модели на процесите;
3. Во комбинација со добри оптимизирани процедури, моделите овозможуваат да се наоѓаат оптимални технолошки режими.

Како основни алатки за следење и контрола на квалитетот се:

- ❖ Хистограм (histogram);
- ❖ парето карти (pareto diagram);
- ❖ дијаграм на причина и последица (Ishikawa diagram / Cause and effect diagram);
- ❖ дијаграм на простирање (scatter diagram) и
- ❖ контролна карта (control charts).

Еден од познатите методи за контрола на квалитетот кој е познат и се користи во големите компании е шест сигма.

Контролните карти како алатка за донесување на одлуки имаат две основни функции. Со помош на нив се добиваат информации за тоа дали е потребно дополнително да се испитаат потенцијалните проблеми во процесот, дали е потребно да се направат некои корекции или измени кај одреден процес или кај процесот ништо да не се коригира. Од друга страна контролните карти преставуваат алатка за откривање на проблемите во процесот односно кои се критичните точки од процесот кои треба да се корегираат. Паралелно со користење на контролните карти, е потребно да се набљудува и способноста на процесот (eng. process capability). Способноста на процесот е можност на процесот постојано да ги задоволува барањата на клиентите.

Контролните карти се користат со цел да се дознае дали процесот во компанијата е под контрола и тие се ориентирани првенствено интерно спрема компанијата, додека способноста на процесот за следење е за да се дознае дали со процесите се исполнети барањата на клиентите или се користат за следење на успешноста на задоволување на ефикасноста на компаниите.

Како многу успешен статистички метод е *Шест Сигма*, која вклучува речиси подеднакво статистички и менаџерски знаења и вештини за подобрување на квалитетот и продуктивноста во компаниите.

Шест Сигма е организирана примена на методи за подобрување на процесите, со цел да се подобри задоволството на корисникот и да се постигнуваат стратешки цели на бизнисот. Основните елементи на Шест Сигма се:

- ❖ Идеите на тотално управување со квалитетот;
- ❖ Статистичките методи за дијагностицирање и подобрување на процеси;
- ❖ Информатичката технологија;
- ❖ Радикалната промена на организациската култура во компанијата;
- ❖ Изградбата на водачи и
- ❖ Обука.

Во денешно време менаџерите повеќето од современи методи на управување [44] не може да ги применуваат без знаење за статистичкото мислење. Статистичкото мислење им помага на менаџерите подобро да се снајдат во работењето и на тој начин да се постигнат најдобри резултати за компанијата и за лична кариера [28].

Статистичкото мислење се заснова на три основни принципи [15]:

1. во компанијата бизнисот се состои од поврзани процеси,
2. варијации има во сите процеси и
3. како клучни за успехот на бизнисот се разбирањето и намалувањето на варијации. Оние кои „мислат статистички“ воедно и разбираат дека секаде околу нас постојат варијации и тие варијации се главните „непријатели“ на квалитет.

2.5.2. Клучни фактори за успешно воведување на статистичките методи

За успешна примена на статистичките методи според Вучков [7] постојат три важни фактори:

- 1) осознавање на потребата,
- 2) обука,
- 3) користење на погоден софтвер за корисници.

Првиот фактор е осознавање на потребата за воведување на статистичките методи, кои се неопходни за создавање на конкурентни производи кои помагаат за:

1. Создавање на нови производи со конкурентни предности;
2. Создавање на производства кои се способни да одговарат на зголемените барања на потрошувачите;
3. Намалување на загубите и трошоците на производство и
4. Гарантираат дека производствениот процес е стабилен и секогаш е со висок квалитет на производите.

Во однос на вториот фактор обука во сите фази на животот е неопходно да постои статистичко размислување, кое е потребно да започне уште од средното образование и да се надградува во додипломските и магистерски студии. Исто така размислувањата на повеќето докторанти и научни работници е дека статистиката е незаменлив помошник во нивните применети истражувања. Во светот најпросперитетните компании постојано организираат обука на своите службеници.

Третиот фактор од кој зависи успешното воведување на статистичките методи е погоден софтвер за корисниците. Компјутерските науки даваат можност за примената на статистичките методи со помош на релативно прилагоден за потрошувачите софтвер.

Со помош на статистичкиот софтвер се овозможува:

1. производствените инженери / менаџери да ја надминат математичката бариера;
2. намалување на техничките грешки;
3. надминување на стравот од статистиката;
4. добивање брзи и навремени индикации за промени во процесот;
5. откривање на причината за проблемите;
6. наоѓање на оптимални услови за одвивање на процесите;
7. еден инженер од практиката/менаџер за да може да го користи статистичкиот софтвер треба да има основни познавања за статистички методи и какви сè можности има за успешно примена.

Исто така за да се справи со оваа задача инженерот/менаџерот потребно е да го знае следново:

1. како да ја дефинира својата задача и да избере метод за решавање на истата;
2. кои се предусловите за примена на избраниот метод;
3. кои податоци се потребни за решавање на задачата и план за собирање и селекција;
4. како да се воведат податоците во компјутерот;
5. како да се интерпретираат добиените резултати, кои се претежно графички, но содржат и нумерички вредности добиени на база на тестови, кои се најбитни за донесување на одлуката.

2.6. Некои основни статистички поими

Мерки на централна тенденција

Медијаната е вредноста од низата нумерички податоци која ја дели низата на два еднакви делови. Ако низата содржи парен број на податоци, медијаната е аритметичка средина од двете вредности.

Пример: 6, 6, 7, 7, 7, 8, 8, 9, 9, 9

$$\text{Медијана: } m = \frac{7 + 8}{2} = 7,5$$

Медијаната е погоден податок за средната вредност кога нема многу податоци. Во случај кога постои можност за субјективно оценување медијаната е подесена, затоа што е неосетлива на екстремни вредности.

Мода е вредноста која најчесто се појавува во низата на податоци. Таа е резултатот кој се јавува најголем број пати, што значи резултатот, вредноста со најголема фреквенција. Може да постојат повеќе моди, а може и да не постои.

Аритметичка средина е збир на сите вредности на измерените резултати поделени со бројот на податоци. Аритметичка средина уште се нарекува и просечна вредност на низа на податоци. Се пресметува со формулата:

$$x = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

каде што

x_1 до x_n - поединечни резултати на мерењето и
 n - број на податоци.

Просекот како карактеристика на средната вредност најчесто се користи за контрола на квалитет.

Ранг е разликата помеѓу најмалата и најголемата измерена вредност во низата на податоци.

Кај голем број на податоци, оваа карактеристика не е значајна, бидејќи е можно индивидуалните крајности да даваат погрешни претстави на вистинската состојба.

Дисперзија

Дисперзија (Варијанса) е бројна карактеристика на примерокот со која се мери отстапувањето од просечната вредност. Ако се соберат квадрираните отстапувања и се поделат со n се добива една мерка на варијабилност што се нарекува варијанса и се пресметува со формулата:

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - x)^2 + (x_2 - x)^2 + \dots + (x_n - x)^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}{n}$$

каде што:

n - број на елементи во примерокот

x (икс-бар) - аритметичка средина на примерокот

x_i - i -ти член на примерокот ($i=1,2,\dots,n$)

Стандардното отстапување (или „стандардна девијација“) е мерка за променливоста или дисперзијата во група податоци. Вообичаено се применува за да се измери довербата во статистичките заклучоци, при изразување на променливоста на популацијата.

Стандардната девијација на примерокот покажува колку просечно елементи од примерокот отстапуваат од аритметичката средина на примерокот.

Математички стандардна девијација се дефинира како квадратен корен на дисперзијата. Таа се користи при пресметката на стандардната грешка при пресметување на интервали на доверба, при статистичката верификација на хипотези и при мерење на линеарна поврзаност помеѓу величините.

Стандардната девијација се пресметува со следниот израз:

$$\sigma = \frac{\sqrt{(x_1 - x)^2 + (x_2 - x)^2 + \dots + (x_n - x)^2}}{n} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}}{n}$$

Коефициентот на варијација е односот на стандардната девијација спрема средната вредност (аритметичка средина) и обично се изразува во проценти:

$$v = \frac{\sigma}{x} \cdot 100(\%)$$

каде што:

σ - стандардна девијација

x – аритметичка средина

2.6.1. Распореда на фреквенција

Контролата на квалитет се утврдува со нумерички карактеристики на квалитетот кои во општ случај се споредуваат со теоретските функции на распределба на релативни фреквенции. Овие криви ја определуваат веројатност за појава на одредени вредности на променливите. Најчесто користени теоретски распределби на функциите на распределба се хипергеометриската, биномната, Поасоновата (Poisson) и нормалната (Гаусова) распределба (Gauss). Гаусовата распределба има најголема примена во контролата на квалитет.

2.6.1.1. Нормална Гаусова распределба

Ако се набљудува некоја појава и се регистрираат нумерички вредности на набљудуваните карактеристики, тогаш се воочува законитоста на овие вредности. Зачестеноста на јавувањата на поединечни вредности за променливите е поголема, а на другите е помала.

Веројатноста за појавување на променливата x во една нормална распределба се изразува со следната функција:

$$y = \frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \frac{x-x_0}{\sigma_0}^2}$$

каде што:

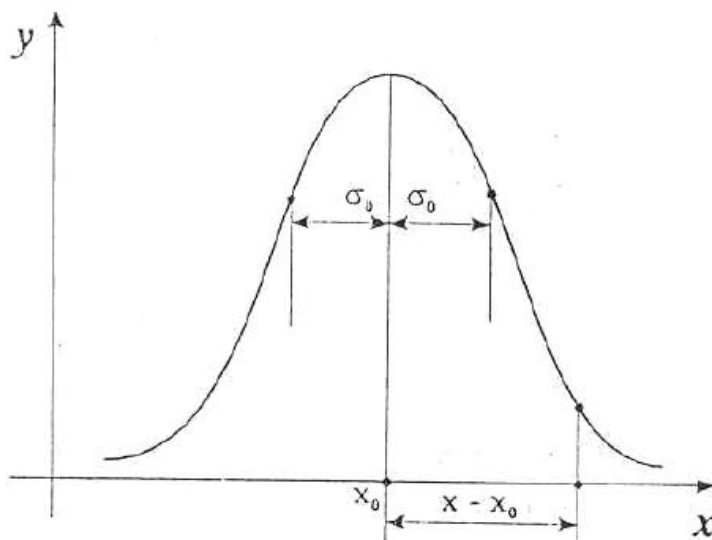
y – веројатноста

x – променлива

σ_0 - параметар кој претставува стандардна девијација за $n \rightarrow \infty$

x_0 - параметар кој претставува просек за $n \rightarrow \infty$

Значи дека нормалната распределба е целосно определена ако е позната стандардната девијација и просекот. Графикот на оваа функција е прикажан на слика 6.



Слика 6. Нормална (Гаусова) распределба
Figure 6. Normal distribution

Од графичкиот приказ може да се заклучи дека кривата на распределбата е симетрична во однос на правата $y=x_0$ и асимптотски се приближува до x -оската. Кривата има превојни точки за вредноста на променливата $x = x_0 \pm \sigma_0$.

За вредноста на $x = x_0 \pm 3\sigma_0$ кривата е прилично бесконечно близу до x -оската и y има вредност $y=0,0044$. Ако се побара интеграл на оваа функција во рамките на границите $\pm \infty$ тогаш се добива вредност 1, т.е. плоштината што е зафатена со графикот на нормалната распределба има вредност $F = 1$.

Збирот на вредностите на интегралот под кривата на нормална дистрибуција во граници се следните:

$$x_0 \pm \sigma_0 \rightarrow 0,6826 \quad (68,26\%)$$

$$x_0 \pm 2\sigma_0 \rightarrow 0,9544 \quad (95,44\%)$$

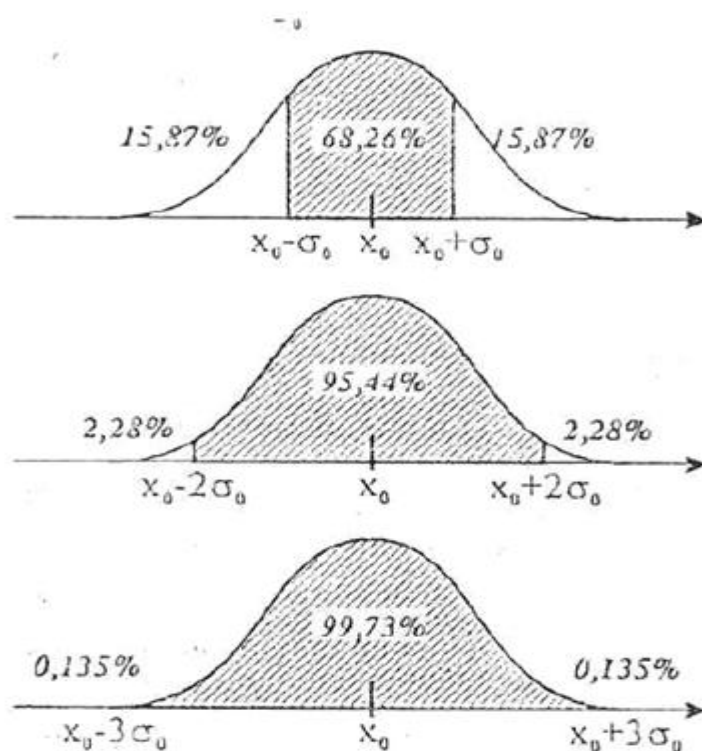
$$x_0 \pm 3\sigma_0 \rightarrow 0,9973 \quad (99,73\%)$$

Графичко претставување на овие површини под Гаусовата крива, а за наведените граници $\pm\sigma_0$, $\pm2\sigma_0$; $\pm3\sigma_0$ е прикажан на слика 7.

Како резултат на ваквите особини на нормална дистрибуција практично во границите $\pm 3\sigma_0$ се наоѓаат сите измерени вредности. Можни вредности надвор од овие граници се ретки и изолирани и затоа не ја карактеризираат набљудуваната појава.

Може да се пресмета површината под кривата на нормална дистрибуција за било која граница, односно вредноста на променлива x . Ако координатниот систем е поставен така што ординатата претставува оска на симетрија на кривата на нормална дистрибуција, тогаш растојанието на променливата може да се изрази со помош на стандардната девијација на параметарот помножена со параметарот означен со t .

$x - x_0 = t \cdot \sigma_0$ а од овде следува $t = \frac{x - x_0}{\sigma_0}$.



Слика 7. Површината под Gaussian-овата крива
Figure 7. The area under the Gaussian- curve Lesser

2.7. Некои видови статистички софтвери кои се користат денес

Денес користењето на статистички методи е незамисливо без употреба на компјутер, а тоа придонело за нивен развој и широка употреба.

Софтверска поддршка за статистичка контрола на процесите помага да се исполнат барањата на стандардите за системите на управување (на пример, ISO 9001) и моделот на совршеност, на патот за постигнување нивото на квалитет.

Најголем број на статистички софтверски апликации се развиени за да се олесни внесувањето на процесните податоци, презентација на податоци, поглед на алармот со внесување на коментари и објаснувања за одредени причини кои го елиминирале од процесот надвор од контрола. Тоа му овозможува на извршителот да одговори на прашања како што се: „Како работи процесот?“ „Дали треба да се подесува процесот или да се остави без корекции?“

На извршителот/ му се потребни многу малку познавања на SPC (Statistical Process Control). Во принцип, претставник на развојот на апликации мора да определи / специфицира SPC податоци за да креира SPC објекти, а извршителот треба да знае само како да ги внесе податоците (внесот на податоци може да биде автоматски со DCS или базни процесни податоци) и како да реагира на аларми. За производните и процесни инженери SPC апликација е корисна за имплементација на методологијата на вкупниот квалитет кој бара континуирано намалување / подобрување на варијации на процесот. Специфичните причини се опишани во секој случај кога процесот е под контрола, па инженерот/менаџерот може да се концентрира на елиминирање на најчестите специјални причини.

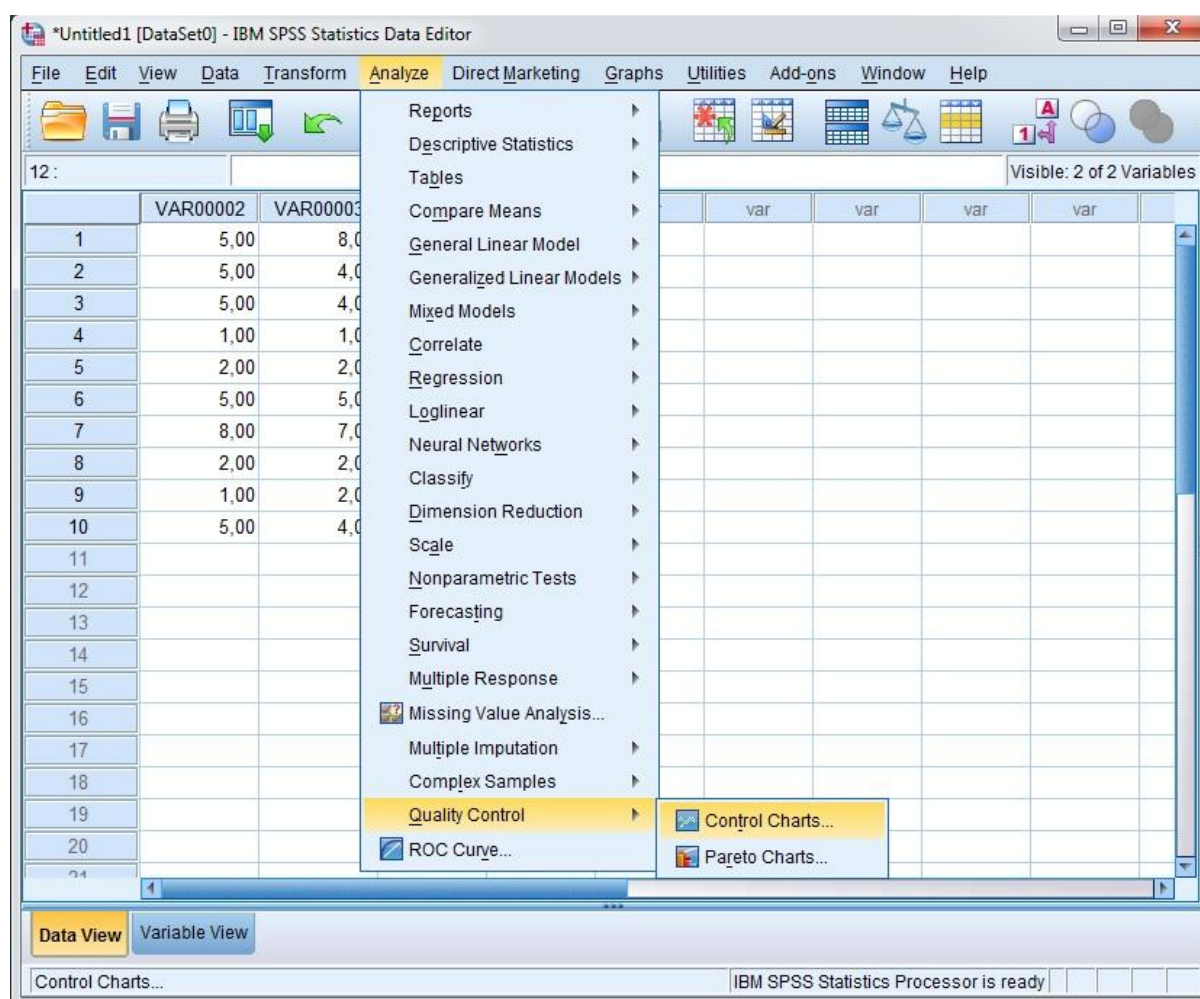
Исто така, мали промени во процесните услови може да се анализираат објективно. SPC може да се инсталира и активира многу брзо и може да се користат сите информации на располагање како што се сегашните и историски податоци. Во речиси сите софтверски пакети за SPC има три графички апликации: SPC контролни карти, хистограми, Парето дијаграм.

Статистичките софтвери кои се користат може да бидат: професионални апликации, таблични калкулатори и веб-апликации.

Професионални апликации

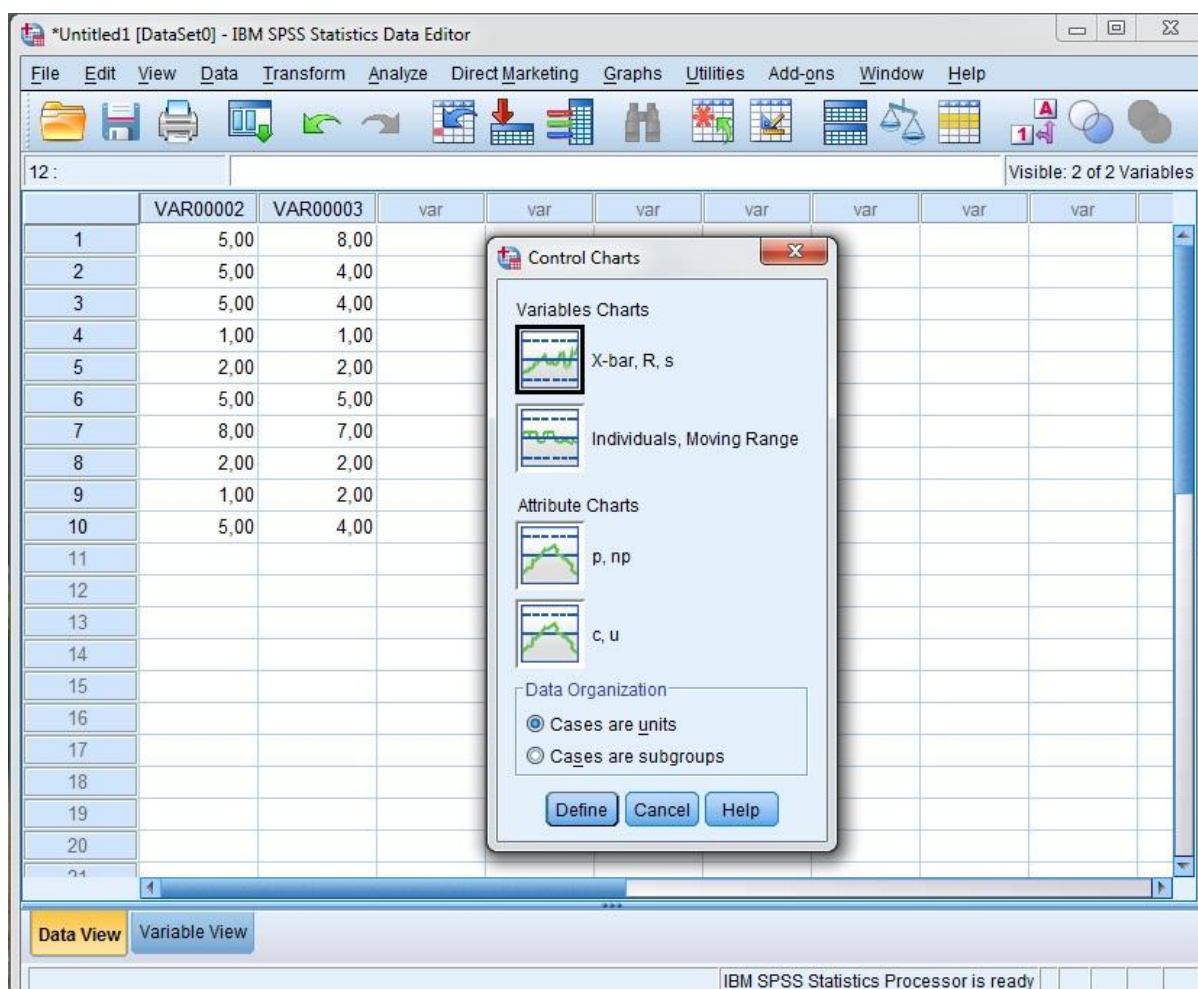
Од професионални статистички апликации познати се SPSS Statistics, Minitab, STAT, SAS и др. Овие софтвери нудат користење на голем број на методи, но се доста со висока цена. Исто така нив може да ги користат професионални статистичари кои знаат како да ги користат, но тие не се наменети за пошироката јавност.

SPSS Statistics, им овозможува на корисниците користење на повеќе методи. Некои од тие методи се дадени на следните слики.



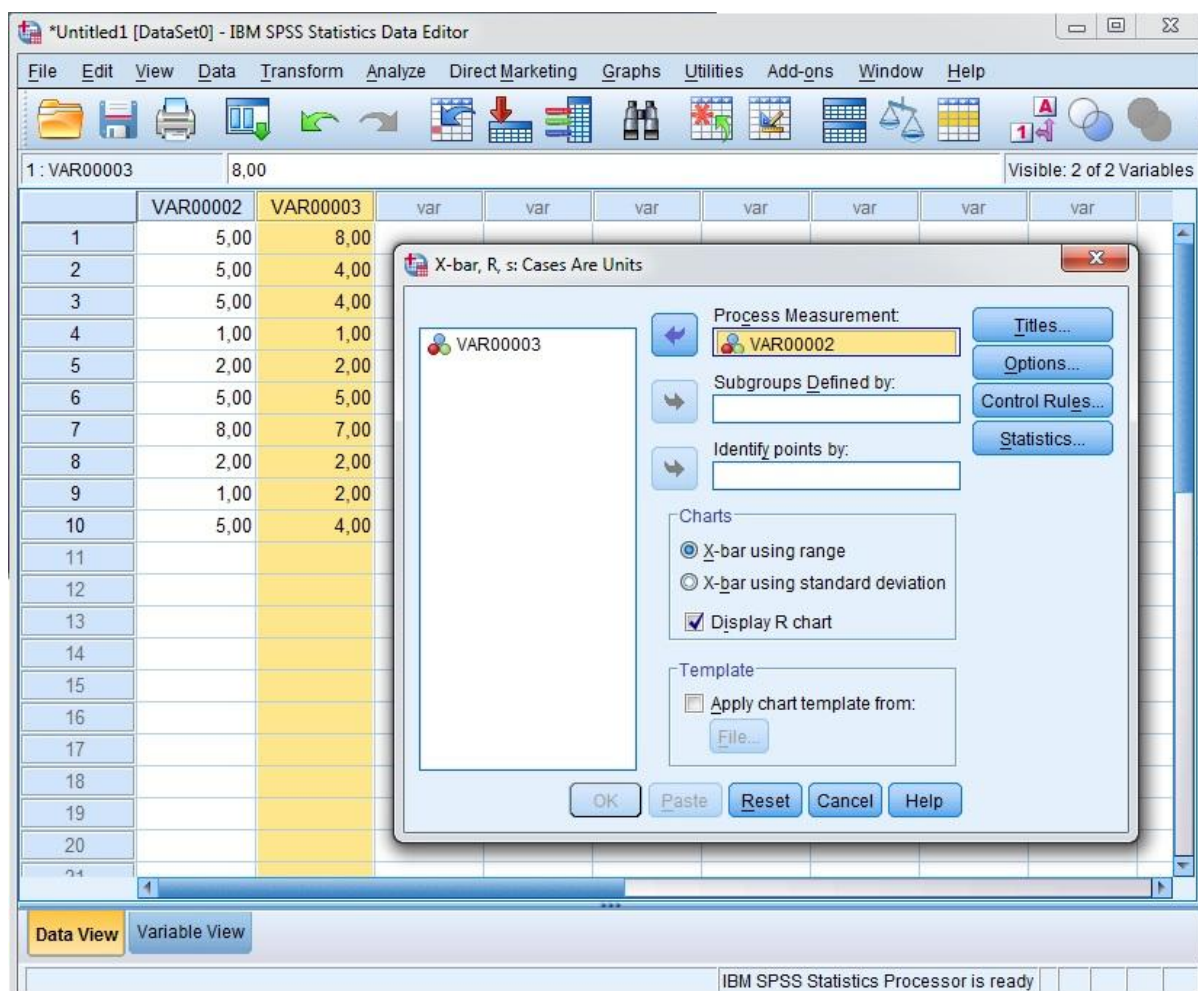
Слика 8. Некои од расположивите методи што ги има SPSS Statistics.

Figure 8. Some of the available methods in SPSS Statistics.



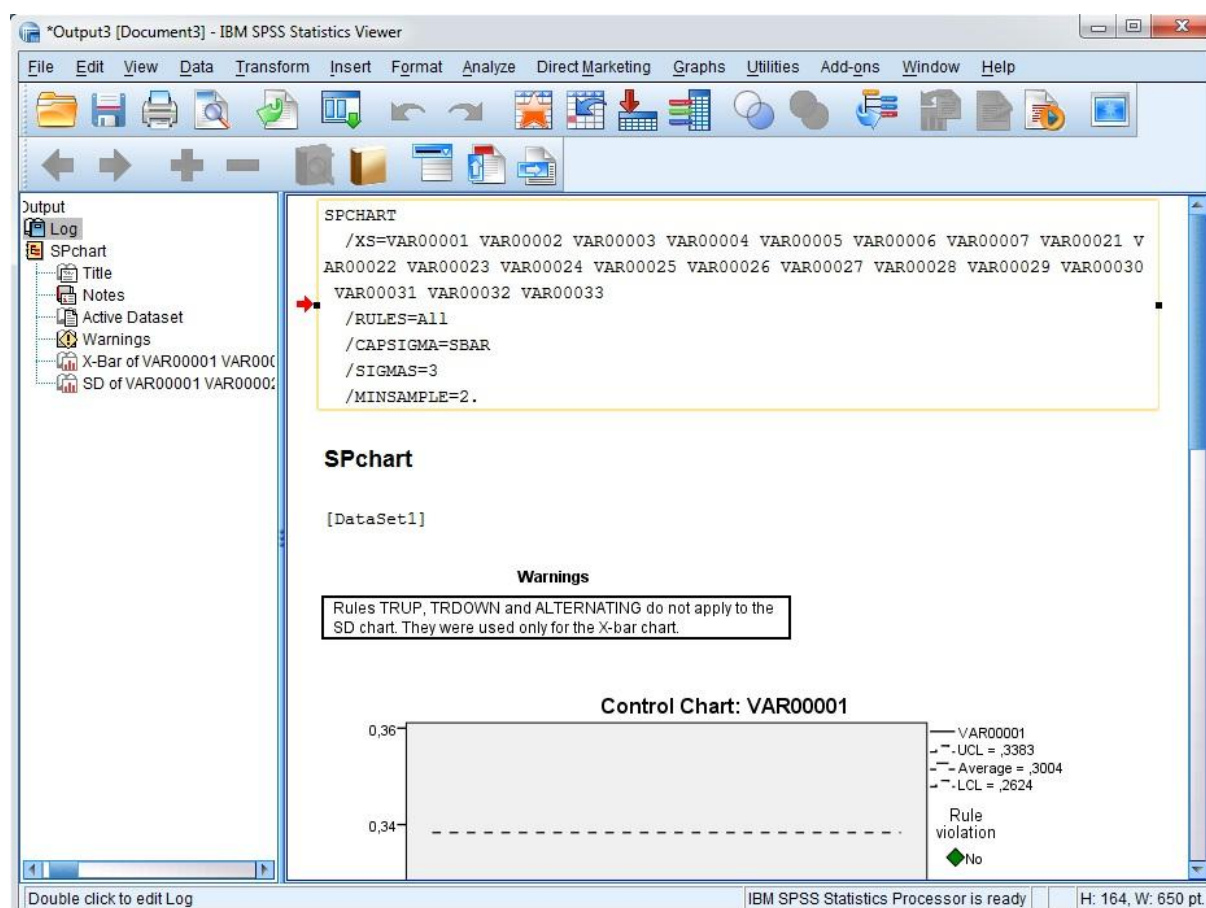
Слика 9. Прикажување на еден статистички метод (контролни карти) во SPSS Statistics.

Figure 9. Viewing an statistical method (control charts) in SPSS Statistics.



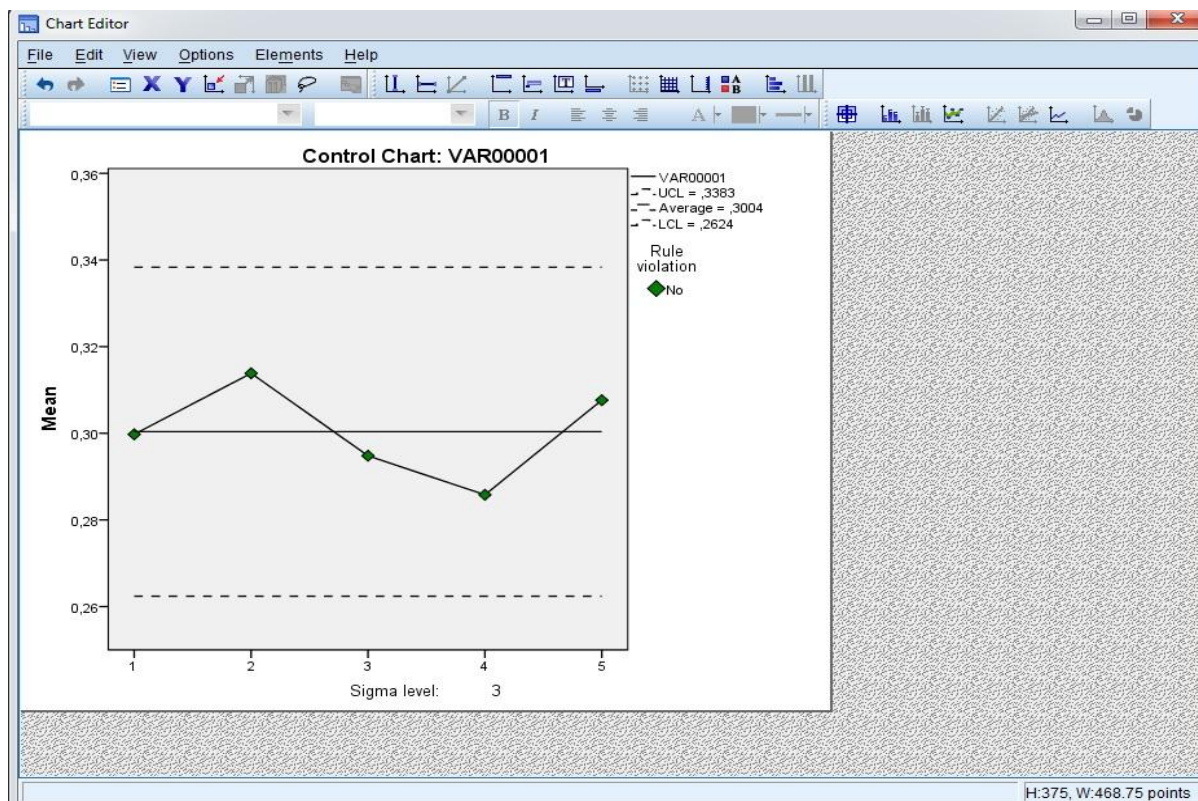
Слика 10. Внесување на податоци во избраната алатка (контролни карти) во SPSS Statistics.

Figure 10. Entering a data into the selected tool (control charts) in SPSS Statistics.



Слика 11. Преглед и исцртување на избраната алатка (контролни карти) во SPSS Statistics.

Figure 11. Review and draw the selected tool (control charts) in SPSS Statistics.



Слика 12. Исцртување на контролната карта во *SPSS Statistics*.
Figure 12. Drawing the control chart in *SPSS Statistics*.

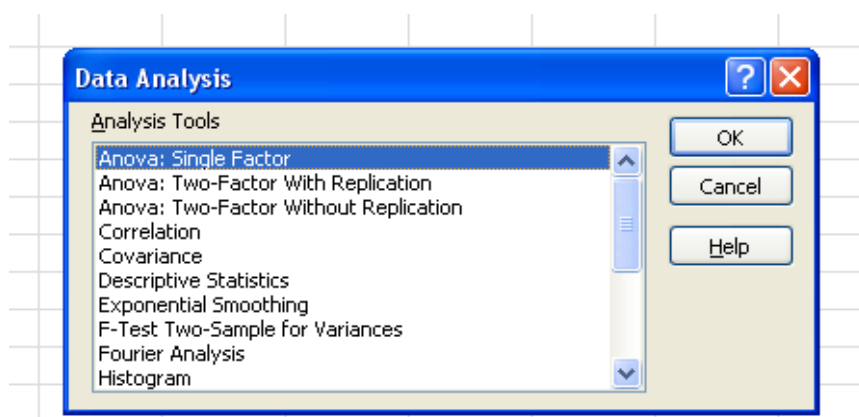
Таблични калкулатори

Собраните податоци можат да се обработат на компјутер, но претходно е потребно нивно внесување. Внесувањето на податоците се врши во програми за табеларно или текстуално уредување на податоци, т.н. едитори, како што се **Microsoft Excel** и **Word**. Внесувањето може да се врши и директно во програмите за статистичка обработка на податоци како што се: **EpilInfo**, **SPSS**, **EDUSTAT**, **S-PLUS**, **R**, **Statistica** и многу други.

Од табличните калкулатори најраспространет, најдостапен и најчесто користен е *Microsoft Excel*, каде е развиен и додатокот статистика па достапни се доволно методи за да се задоволат потребите од обработка на податоците на компаниите.

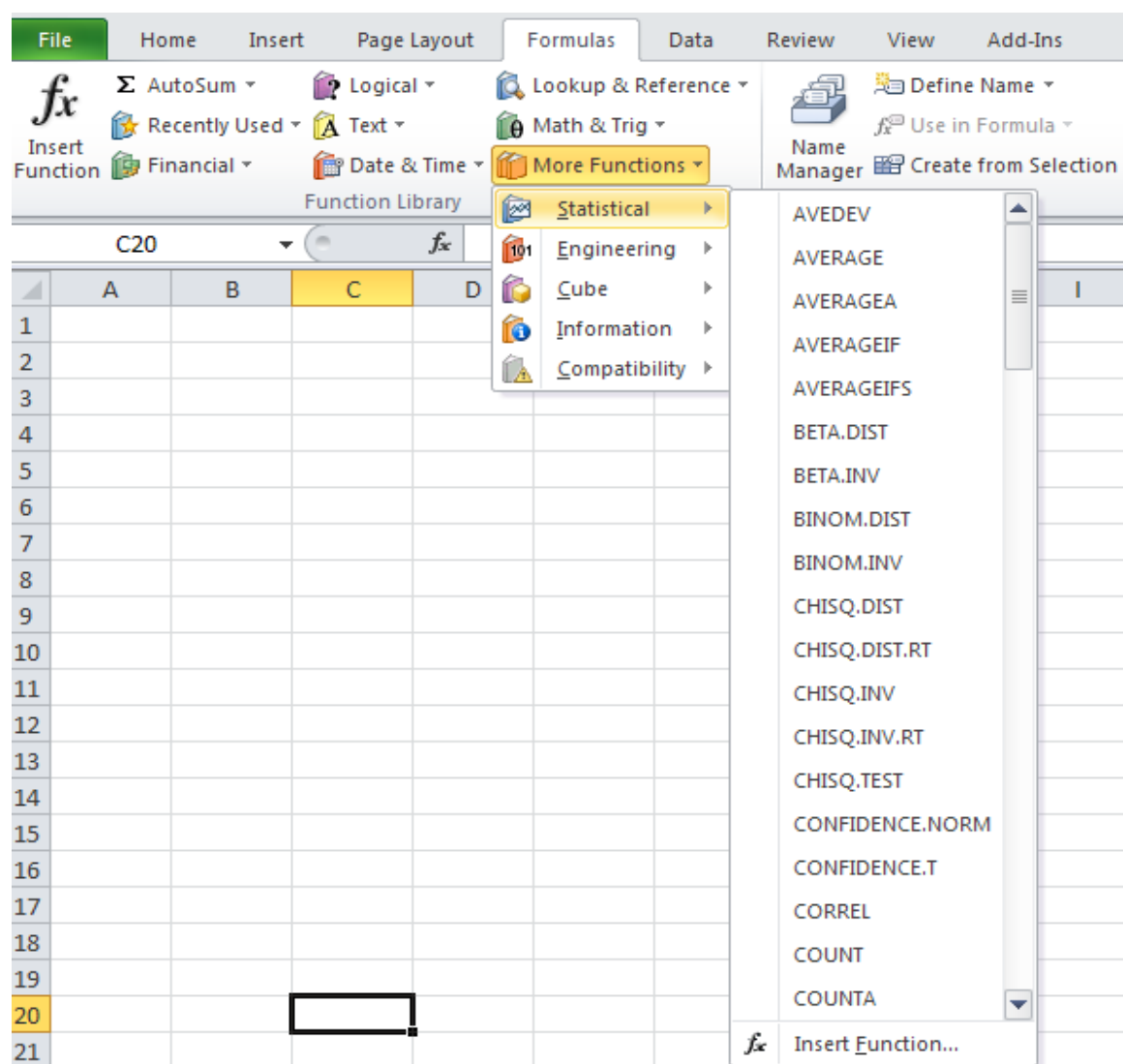
Microsoft Excel карактеристики:

- ❖ може да се користи за голем број потребни обработки и пресметувања ,
- ❖ лесно достапен,
- ❖ лесен за користење,
- ❖ го користат многу компании, институции, училишта, здравствени и научни установи итн.



Слика 13. Некои од расположивите методи што ги има Excel (Data Analysis).

Figure 13. Some of the available methods in Excel (Data Analysis).



Слика 14. Некои од расположивите функции што ги има Excel (More Functions).
Figure 14. Some of the available methods in Excel (More Functions).

Табличните калкулатори се најпригодни за користење од страна на менаџментот во управувањето, поради достапноста за едноставно користење на статистичките методи кои менаџерите најчесто ги користат.

Веб-апликации

Веб-апликациите се бесплатни и при користењето често се прилагодуваат на специјалните примени за статистички пресметки. Една од најпознатите статистички веб-апликации е Web Stat.

Во светот се користат повеќе видови статистички софтвери (за кој се собрани информации) според Цветанов Г.В. [49] и тоа: комерцијален софтвер без достапен изворен код, бесплатен софтвер без изворниот код и софтвер со отворен код (Open source).

Познати комерцијални софтвери без достапен изворен код се: SPSS Base for Windows, Minitab, Statistica, SYSTAT, SAS / STAT програма за статистичка анализа главно насочени за бизнисите. *Како бесплатни софтвери* се споменуваат такви кои се напишани од студентите, докторанти, наставниците и др. Бројот на овие софтвери е голем и постојано се менува додека квалитетот не е многу голем. Такви софтвери се следните: IRISTAT 4.4 - бесплатна програма за статистичка обработка на податоци, понудена од страна на Меѓународниот институт за истражување на оризот (IRI - International Rice Research Institute, <http://www.iri.org>). ViSta - програма напишана од Forrest W. Young (<http://forrest.psych.unc.edu/research/>), оригинална по замисла поради визуелниот начин на претставување на фазите на извршување од потребите на статистичката обработка (Dumouchel & Lane 1995; Pregibon, 1995), *OpenStat* -програма за статистичка обработка на податоци со автор Bill Mille (<http://www.statpages.org/miller/openstat/>).

Од *софтверот со отворен код* се споменуваат: *Open Source Initiative (OSI)* (<http://www.opensource.org/>) или *GNU Project* (<http://www.gnu.org/>) Многу познат е оперативниот систем *Linux* и определените за неа програми со отворен код со друга апликација. Универзитетите се јавуваат како важни центри, во кои се создаваат и развиват вакви програми, бидејќи многу специјалисти во различни области таму пројавуваат интереси кон програмите со отворен код. Разработен е и систем кој овозможува лесно пренесување на програмите со отворен код од Unix или Linux платформи за Windows – Sygwin (<http://cygwin.com/>) на RedHat Inc. (<http://www.redhat.com>) (Linfield, 2002). Тоа овозможува и во Windows користење на програми со отворен код, пишувани за Unix. Но дури и без оваа можност, голем број на проекти со отворен код се развиват паралелно за повеќе оперативни системи.

Scilab - пакет со разновидни можности, наменет за научни истражувања (<http://scilabsoft.inria.fr/>)

R-project-статистички пакет со отворен код (<http://www.r-project.org/>). Вклучува команден интерпретатор, преку кој може да се извршуваат повеќе потпрограми. Има можност неограничено да се надополнува со нови потпрограми и команди.

Комерцијалните софтвери се скапи и во одреден степен специјализирани. Со нив не може да се решат сите проблеми и може да се купи и друг и трет и потоа да се покаже дека во пракса се користат само многу мал дел од можностите на целиот купен софтвер - премногу голема екстраваганција за нашите можности.

Употребата на софтвер со отворен код има поголем број недостатоци. Овој софтвер се создава од страна на голем број на волонтери, кои обично не одделуваат многу време за детална документација. Водството во програмскиот код на некој обемен проект, бара доста програмерско искуство и трошење на многу време во разгледување на кодот. Потоа, додавањето или промената на било какви детали во таков проект ретко води веднаш до посакуван резултат, бидејќи секоја промена треба да биде усогласена со други негови делови. Ако не се познава добро проектот во целост, промените често водат до неуспех во функционирањето на крајната програма.

Излезот е во создавање на *сопствен софтвер* наменет за решавање само на поставените истражувачки задачи. Точно е дека програмирањето, бара доста знаење, се јавува рутинска активност и пишувањето на мали програми за решавање на конкретни задачи тешко може да се опише како научна работа, но кога програмирањето претставува незаменлив дел од решавањето на повеќе заеднички задачи за обработка на експериментални податоци, неговото значење и улога не може да бидат потценети.

3. ПРИМЕНА НА СТАТИСТИЧКИ МЕТОД / КОНТРОЛА НА ПРОЦЕС СО КОНТРОЛНА КАРТА (ЕМПИРИСКО ИСТРАЖУВАЊЕ)

3.1. Опис и видови на контролни карти

Општа теорија за контролни карти

Статистичките методи за контролата на квалитетот за прв пат биле применети и воведени од страна Walter A. Shewhart од "Ben Telephone Laboratories". Во 1924 год. бил издаден меморандумот во кој Shewhart ја дал првата модерна „контролна карта“, а други двајца од истата компанија, H.F. Dodge и H.G. Romig почнувајќи од 1928 год. ја развиле примената на статистичката теорија на контрола на примероци.

Контролната карта е статистички метод за контрола на квалитетот. Во суштина тоа е графикон на кој на апсцисната оска се претставува редоследот на контролирање, а на ординатната се обележуваат вредностите на параметрите, кои се контролирани преку моделите на одредени величини. Контролните карти претставуваат графикони кај кои на апсцисата се нанесува времето на одвивање на процесот, а на ординатата вредностите карактеристики за квалитетот.

Со контролни карти се утврдуваат варијации во квалитетот, во врска со стабилноста и способноста на процесот на производство во однос на утврдените контролни граници.

Според д-р Шјухарт, кој може да се смета за творец на контролните карти, нивната задача е:

1. да го одржуваат процесот на производство во состојба на контрола;
2. да го донесат процесот на производство во состојба на контрола;
3. да покажат дали е постигната состојба на контрола.

Според д-р Шухарт „за некоја појава се вели дека е под контрола ако на основа на досегашните податоци, барем до одредени граници, може да се предвиди, како ќе ја менува појавата во иднина. Под предвидување во одредени граници се подразбира дека може да се утврди, барем приближно, веројатноста дека појавата ќе се најде во дадените граници“.

Секоја контрола ја карактеризира централна линија (просек) и контролни граници. Кога варијацијата на процесот се одвива во рамките на контролните граници, тогаш процесот се вели дека е под контрола, во спротивно не е под контрола.

Кога процесот е под контрола, тоа значи дека варирањето на квалитетот е нормално и процесот на производство е стабилен. Кога процесот не е под контрола, има ненормално варирање на квалитетот, што резултира со нестабилност на производствениот процес.

Кај новиот производ е најважно воспоставување на толеранција. Конструкторот ја одредува толеранцијата, која често процесот на производство не е во можност да ја задоволи.

Конструкторот преку контролните карти е запознаен со реалната способност на процесот па тој може да ги „оптимизира“ меѓусебните односи на толеранција и способноста на располагање со ресурси за процесот на изработка. Улогата на контролните карти во овој случај, е координаторска меѓу работниците, контролорите, технолозите и дизајнерите, што е многу важно во системот на управување со квалитетот.

Контролните карти обезбедуваат објективни информации за состојбата на квалитетот кои му се од корист на раководниот кадар во производството. Тие исто така имаат психолошки ефект, бидејќи производствениот работник, претпоставен, менаџер, технолог.. добиваат визуелна престава за способноста на процесот на производство и доживуваат лична сатисфакција за добро завршена работа, или чувствуваат потреба да се преземе или иницира корективна активност за елиминирање на причините за слабиот квалитет.

Карактеристиките на квалитетот според методот на оценување, се делат на:

- ❖ нумерички и
- ❖ атрибутивни.

Нумерички карактеристики на квалитет се такви својства кои се оценуваат со реални броеви како што се: температура, притисок, должина, густина, сила, итн. и се добиваат со користење соодветна мерно-контролна и испитувачка опрема.

Атрибутивните карактеристики на квалитет се својства кои се оценуваат описно така што се вели дека нешто е добро или лошо, одговара или не, се превземаат чекори или не, итн. Визуелната контрола на квалитетот е обично атрибутивно оценување. И кај атрибутивните својства на квалитетот постојат можности за оценување преку соодветна мерно-контролна и испитувачка опрема.

Анализа на стабилноста и точноста на процесот со помош на контролни карти

Кај контролната карта се пресметуваат следните вредности:

- ❖ горна контролна граница - GKG (eng.UCL Upper Control Limit);
- ❖ долна контролна граница - DKG (eng.LCL Lower Control Limit) и
- ❖ централна линија (eng. CL -center line).

Контролните граници се поставуваат за три главни случаи:

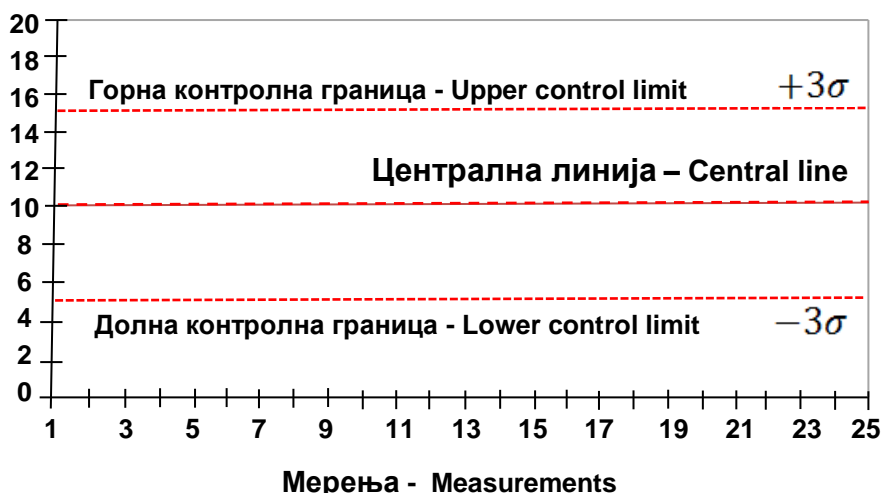
1. следење на непознат процес со цел да се утврдат неговите природни граници во поглед на формата, положбата и расејувањето;
2. на основа на познати минати податоци на процесот (големината и вредноста на примерокот во времето) и
3. на основа на однапред зададена толеранција поставена од страна на клиентите.

Контролната карта се креира на основа на аритметичката средина на одреден примерок k , од кој секој се состои од по неколку единици. Централната линија се креира на основа на аритметичката средина од аритметичките средини на примерокот, односно:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{k}$$

Контролните граници се пресметуваат со помош на законот на распределба на веројатност на примерокот. Истите се одредуваат од односот $\frac{\bar{x} \pm 3\sigma}{\sqrt{n}}$ и се наоѓаат во границите на $\bar{X} \pm 3\sigma_{\bar{x}}$.

Структурата на контролната карта е прикажана на слика 15.



Слика 15. График на основна \bar{X} контролна карта за просеци
Figure 15. Chart of basic \bar{X} control chart for processes

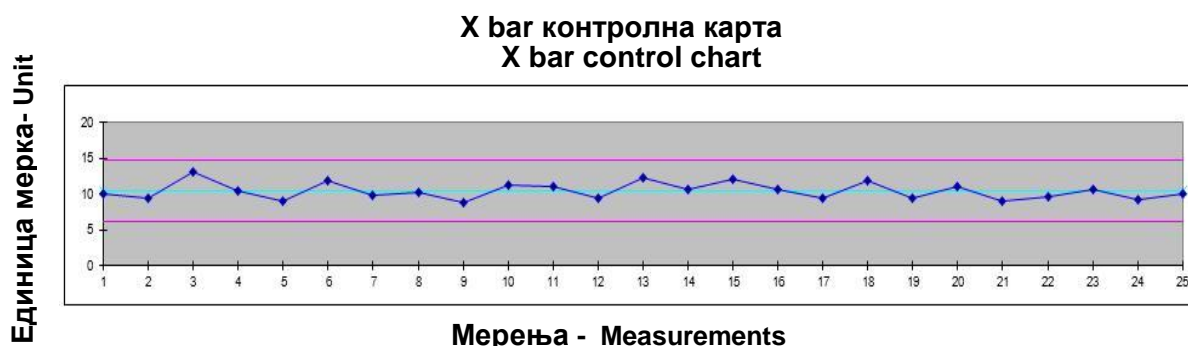
Варијации во рамките на процесот може да настанат како резултат на два вида на причинители:

1. општи или системски (вообичаени причини), кои се својствени на процесот (на пример, генотипски варијации) и
2. специфични или специјални (посебни причини), кои предизвикуваат прекумерна варијација.

Контролните карти се користат за да се разликуваат овие два вида на варијации во процесот, врз основа на анализата на податоци од минатото и иднината.

Предвидувања на статистичарите се претпоставување на стабилна популација. Тоа е онаа популација која може да се повтори, или е онаа популација која е во состојба на „статистичка контрола“. Во таквата популација се присутни само системски причини за варијација и таа состојба на постојан процес води до најмалку варијации.

Контролните карти за таквите процеси ги имаат сите податоци во рамките на статистичките контролни граници. Процесот е во состојба на контрола кога сите индивидуални вредности на податоци на примероците се наоѓаат во рамките на статистичките контролни граници (слика 16).



Слика 16. График на процесот кој е во „состојба на статистичка контрола“
Figure 16. Chart of the process who is in a "condition of statistical control"

Контролните граници се пресметуваат со користење на законите на веројатност, на таков начин што за многу неверојатна причина за варијацијата се претпоставува дека не се јавува поради случајни причини, туку дека настанала како резултат на посебни причини.

Кога варијацијата ги надминува статистичките контролни граници, тоа е знак дека влегле посебни причини во процесот и тој процес треба да се испита за да се утврдат причините за прекумерна варијација. За таков процес се вели дека е „надвор од контрола“ (слика 17).



Слика 17. График на процесот кој е „надвор од статистичка контрола“
Figure 17. Chart of the process who is "out of statistical control"

3.2. Подрачје на примена на контролните карти

Контролните карти се користат во влезните контроли на квалитетот во текот на технолошкиот процес, контрола на квалитетот на готовиот производ, во лабораторија, во освојување на нови производи, во оценувањето на способноста на процесот и истражувачко - развојни активности. Сите овие активности се составен дел од процесот кој се одвива во различни сегменти и на различни нивоа.

При донесувањето на одлуката за воведување на контролните карти во компанијата постојат четири главни причини, а тоа се:

- ❖ надворешен притисок – клиентите бараат воведување на програма како предуслов за соработка;
- ❖ внатрешна корист - корисните последици се различни, многубројни и во повеќето случаи очигледни;
- ❖ опстанок - конкуренцијата на пазарот бара постојани промени во компанијата и прв предуслов за опстанок е препознавање на потребата за примена на контролни карти и
- ❖ воведување на контролните карти претпоставува зголемени превентивни трошоци (трошоци поврзани со квалитетот на планирање, проектирање и обука), кои во крајна линија имаат намалување на вкупни трошоци на квалитет.

Активностите треба да бидат фокусирани на превенција, односно систем, со кој се спречува појавата на грешки (се стреми да го реши проблемот на почетокот на неговото создавање). Некои проценки покажуваат дека околу 30% од дневните активности се бескорисни.

SPC програмите подразбираат контрола и подобрување на процесот, а со тоа и тенденцијата за помала ентропија на процесите и системите во целина.

Може да се заклучи дека контролните карти се однесуваат на сите процеси на системот.

Контролните карти, со поддршка на компјутерска опрема и соодветен софтвер, може ефикасно да се применуваат во процесите на управување. Во оваа смисла неопходно е да се прифатат следниве претпоставки:

- ❖ со компјутер се работи побрзо и полесно;
- ❖ со компјутер се остварува повеќе;
- ❖ времето на одговори на компјутерите се прифатливи;
- ❖ веројатност на решавање на задача со компјутер е блиска до единица,
- ❖ програмските техники се изработени модуларно и добро се документирани и
- ❖ работата со компјутер не ги затвори патиштата во човечка комуникација и работните процеси.

Клучен аспект на примена на контролните карти е да се добие предвидлив процес, а со тоа и предвидлив резултат.

Основа за донесување на суд за предвидливост на процесот се податоците, издвоени и обработени на начин кој овозможува донесување на соодветните заклучоци. Предуслов за успешно воведување на контролните карти во процесите и системите е можноста за поблиско запознавање на начинот на раководење на податоците и толкувањето на препознатливите структури на податоци.

3.3. Поделба на контролни карти

Контролните карти може да се поделат по различни основи. Една од поделбите е на контролни карти за

- ❖ тековно производство
- ❖ претходно производство.

За тековното производство се користат карти со помош на кои се оценува стабилноста и точноста на процесот на производство, односно дали процесот е под контрола или не. Во овој случај централната линија се добива со анализирање на податоците од минатите процеси или со користење на дадената толеранција на забележаните карактеристики на квалитетот.

Контролните граници, исто така, може да се пресметаат од податоците од претходните процеси или преку зададената толеранција на набљудуваните карактеристики на квалитетот.

Се разликуваат два типа на контролни карти во зависност од видот на податоци кои се користат:

- ❖ Контролни карти за варијабилни (нумерички) карактеристики и
- ❖ Контролни карти за описни (атрибутивни) карактеристики.



Слика 18. Поделба на контролните карти
Figure 18. Division of the control charts

Почесто користени контролни карти за променливите (*варијабили*) се:

- ❖ \bar{x} карта (карта на просек, eng. \bar{x} - *bar chart, average chart*);
- ❖ R карта (карта на опсег, eng. R - *chart, range chart*) и
- ❖ s карта (карта на просечната девијација, eng. s *chart, standard deviation chart*).

Додека, најчесто користени контролни карти за *атрибутивни* карактеристики се:

- ❖ p карта (карта на пропорции, eng. p *chart, proportion chart*);
- ❖ np карта (eng. *number of affected units chart*);
- ❖ c карта (карта на број на некомпатибилности, eng. c *chart, count chart*) и
- ❖ u карта (карта на просечен број на некомпатибилности по единица производи, eng. u *chart, per unit*).

3.3.1. Контролни карти за нумерички (варијабилни) карактеристики

Овој вид контролни карти најчесто се користат за да се прикажат нумерички континуирани (непрекинати) карактеристики, односно за следење на среден просек и варијабилност на дистрибуцијата на процесот. Најчесто користени се \bar{x} , R и s контролни карти, кои се користат во парови и се анализираат \bar{x} и R контролни карти и \bar{x} и S контролни карти.

\bar{X} контролна карта

\bar{X} контролна карта е временски приказ на низа средини на примероците и се користи за да се види дали процесот генерира резултат кој во просек е конзистентен со целната вредност поставен од раководството [30].

Кај овие контролни карти неопходно е да се набљудува релативно мал примерок, од 3 до 6 члена во примерокот.

Бројот на земени мостри треба да е најмалку 20 примероци со цел да се добијат соодветни резултати и да се направи добра анализа. По собирањето податоци од процесот се пристапува кон пресметување на вредностите потребни за конструирање на контролна карта. Секој примерок се анализира одделно и се пресметува просечната вредност во секој од примероците за конструкција на \bar{x} контролната карта. Поединечно пресметаните вредности за секој од примероците се вредностите на точките на контролната карта. Централната линија на \bar{x} контролна карта се пресметува со помош на следниот израз:

$$CL_{\bar{x}} = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{k}$$

каде $CL_{\bar{x}}$ е централна линија на \bar{x} контролна карта, \bar{x} - просечна вредност на просечни вредности на примероци, x_i - просечна вредност на i -тиот примерок, k - број на примероци. При пресметувањето на контролните граници се претпоставува дека процесите се нормално дистрибуирани. Тоа значи дека вредноста на контролни граници се нормално поставени на растојание од ± 3 стандардни отстапувања од централната линија на процесот. При пресметката се користат коефициенти (фактори) за пресметување на контролните граници кои се дадени во табела 2.

Контролните граници на \bar{x} контролна карта се пресметуваат со формулите:

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{x} + A_2 R$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{x} - A_2 R$$

Ако стандардната девијација на дистрибуцијата на процесот е позната, тогаш се користи формулата:

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{x} + 3\sigma_{\bar{x}}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{x} - 3\sigma_{\bar{x}}$$

каде $\sigma_{\bar{x}}$ е стандардната девијација на среден просек на примерокот.

Табела 2 Фактори за пресметување на контролни граници
Table 2. Factors for calculating the control limits [30]

N	A2 ¹	D3 ²	D4 ³
2	1,88	0,00	3,267
3	1,023	0,00	2,575
4	0,729	0,00	2,282
5	0,577	0,00	2,115
6	0,483	0,00	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777

¹ A2 се фактори за пресметување на контролните граници за средна вредност на X карта;

² D3 се фактори за пресметување на LCL за R карта и

³ D4 се фактори за пресметување на UCL за R карта.

***R* контролна карта**

За конструирање на *R* контролна карта потребно е да се пресмета рангот на варијација за секој примерок. Централната линија на *R* контролна карта се пресметува со следнава формула:

$$CL_R = \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{k}$$

каде CL_R - централна линија на *R* контролна карта, \bar{R} - просечната вредност на опсегот на варијација на примерокот, R_i - опсег на варијација на i -тиот примерок, k - број на примероци. Контролните граници се пресметуваат со формулите:

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

Ако е позната стандардната девијација на дистрибуцијата на процесот, тогаш се кориси формулата:

$$UCL_R = R + 3\sigma_R$$

$$LCL_R = R - 3\sigma_R$$

каде LCL_R - горна контролна граница на R контролна карта, LCL_R - долна контролна граница на R контролна карта, R - просечната вредност на опсегот на варијација на примерокот, σ_R – проценка на стандардна девијација на опсегот на варијација, а D_3 и D_4 - вредности таблични Шефхартови фактори.

***S* контролна карта**

Кај s контролна карта најпрво се пресметува стандардната девијација на секој примерок, а потоа се пристапува кон пресметување на централната линија и контролни граници со следните изрази:

$$CL_S = s = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{k}$$

$$UCL_S = s + 3\sigma_s$$

$$UCL_S = B_4s$$

$$LCL_S = s - 3\sigma_s$$

$$LCL_S = B_3s$$

каде CL_S - централна линија кај s контролна карта, s - просечната вредност на стандардно отстапување на примероци, s_i - стандардна девијација на i -тиот примерок, k - број на примероци, UCL_S - горна контролна граница на s контролна карта, LCL_S - долна контролна граница на s контролна карта и σ_s – просечна стандардна грешка на стандардна девијација, B_3 и B_4 - вредности на табелични Шефхартови фактори.

Предностите со кои овие контролни карти се карактеризираат се тие што даваат детални информации за просекот и варијацијата на процесот за контрола на поединечните димензии или карактеристики на квалитет.

Недостатоци на овие карти се што тие се неразбирливи и затоа корисникот треба да помине одредени едукации и што не може да се користат на поголем примерок. Доколку примерокот е поголем, тогаш се губи на ефикасноста и може да се предизвика конфузија во разликувањето на контролната граница и границата на толеранција. Заради зголемување на ефикасноста наместо \bar{x} и R се применуваат \bar{x} и s контролни карти и при тоа се земат поголеми примероци ($n > 10$). \bar{x} и s контролни карти се применуваат во подолги производствени процеси.

3.3.2. Контролни карти за атрибутивни карактеристи

Познати контролни карти за атрибутивни карактеристики се: p , np и c контролни карти.

P контролна карта

Со p контролната карта се контролира број на неисправни производи или услуги генерирани од процесот. Во практика просечниот број на неисправни единици по примерок треба да биде 5 или 6. Во развојот на овие контролни карти се потребни поголеми примероци, на пример се препорачуваат меѓу 50 и 200 единици.

Предноста на p контролната карта е што лесно е разбирлива за сите вработени, бараните податоци може да се добијат од контролните извештаи и тие даваат целокупна слика за квалитетот.

Недостатокот на p контролната карта е што со нив не се добиваат детални информации за контрола на одредени атрибути и не ги евидентираат различните нивоа на дефекти и оштетување.

Кај секој од примероците се пресметува вредноста на процентот на неисправни производи / услуги, а потоа се пресметува просечната вредност на пропорцијата односно вредноста на централната линија со:

$$CL_p = p = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{k}$$

каде CL_p - централна линија на p контролна карта, p - просечната вредност пропорцијата на примерокот, p_i – пропорција на i -тиот примерок, k - број на примероци. Горната и долната контролна граница на p контролната карта се:

$$UCL_p = p + 3\sigma_p = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$LCL_p = p - 3\sigma_p = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

каде UCL_p е горна контролна граница на p контролна карта, LCL_p е долна контролна граница на p контролна карта, p - просечна вредност на пропорцијата на примерокот, σ_p – процена на стандардна грешка на пропорции, n - големината на примерокот.

NP контролна карта

Со ***np контролна карта*** се набљудува примерок со иста големина, додека намената е иста како и p контролна карта. Бројот на примероци не треба да биде помал од 20. Откако ќе се пресмета процентот на неисправни производи за секој од примероците се пресметува централна линија на процесот и контролни граници со:

$$CL_{np} = np$$

$$UCL_{np} = np + 3\sigma_{np} = np + 3 \sqrt{np(1-p)}$$

$$LCL_{np} = np - 3\sigma_{np} = np - 3 \sqrt{np(1-p)}$$

каде CL_{np} - централна линија np контролни карти, n - големината на примерокот, p - просечната вредност на процентот на примероци, UCL_{np} - горна контролна граница на np контролна карта, LCL_{np} - долна контролна граница на np контролна карта, σ_{np} - проценка на стандардни грешки.

С контролна карта

Со *С контролната карта* се мери бројот на дефекти во случај кога повеќе од еден дефект можат да бидат присутни во еден производ или услуга. Основната дистрибуција на тестирање на примерокот е Поасоновата дистрибуција на веројатноста, според која дефектите се појавуваат на постојан дел на производот или во постојани временски интервали за време на извршувањето на услугата. *Предноста на с картата* е што бараните податоци може да се добијат од контролните извештаи како целокупна слика за квалитет, потоа што е лесно разбирлива за сите вработени и дава мерка на недостатоци во квалитетот. При конструкција на *с картата* примероците кои се земаат мора да се со еднаква големина и во секоја од нив се утврдува вкупна бројчана состојба на дефекти на производот.

Вредноста на централната линија на процесот и контролни граници се пресметува со користење на следните формули:

$$CL_c = \bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{k}$$

$$UCL_c = \bar{c} + 3\sigma_c = \bar{c} + 3 \sqrt{\bar{c}}$$

$$LCL_c = \bar{c} - 3\sigma_c = \bar{c} - 3 \sqrt{\bar{c}}$$

каде CL_c - централна линија на c контролни карти, \bar{c} - просечната вредност на недостатоците на примероци, c_i - број на недостатоците на i -тиот примерок, k - број на примероци, UCL_c - горна контролна граница на c контролни карти, LCL_c - долна контролна граница на c контролни карти, σ_c – процена на стандардна грешка на број на недостатоци.

3.4. Индекс на способноста на процесот

Во практиката се користат две мерки за оценување на способноста на процесот: односот на способноста на процесот и индексот на способноста на процесот. Со односот на способноста на процесот се одредува ширината на толеранцијата поделена на 6 стандардни девијации (варијабилност на процесот). Основниот индекс на способноста на процесот се нарекува C_p индекс.

Индексот на способноста C_p ја мери потенцијалната способност на процесот, претпоставувајќи дека просечната вредност на процесот, односно вредноста на централната линија на процес е еднаква на средната точка на границата на спецификација. Индексот C_p се пресметува со изразот:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

каде USL – горната граница на спецификација, LSL – долна граница на спецификација, σ –просечна стандардна девијација на процесот.

Ако вредноста на C_p индекс е поголема од 1 тогаш се заклучува дека процесот ги задоволил барањата на клиентите, е постигнат поголем квалитет и процесот се наоѓа во состојба на способност. Тоа му дава можност на производителот да заработи повеќе, затоа што има простор да се намали одредениот опсег така што да биде помал од она што бараат клиенти и на тој начин ќе се постигне конкурентна предност во однос на другите фирми.

Кога процесот ќе ја достигне границата на спецификација односно ако вредноста на индексот на способноста на процесот C_p е еднаква на 1, тогаш фирмата не треба да биде задоволна со резултатот.

За задоволителна вредност на индексот на способноста C_p се зема онаа која е најмалку 1,33. Ако вредноста на индексот на способноста C_p е помалку од еден, значи дека процесот не е во состојба на способност и е потребно менаџментот на компанијата да преземе акција или корекција на процесот.

Поради ограничувања на индексот на способноста C_p според кој просечната вредност на процесот мора да биде еднаква на средната точка на опсегот на спецификација, се воведува нов индекс на способноста C_{pk} . Индекс на способноста C_{pk} се пресметува:

$$C_{pk} = \frac{USL - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma}$$

каде USL – горна граница на спецификација, LSL – долна граница на спецификација, \bar{x} - проценка на просечната вредност на процесот, σ – проценка на стандардната девијација на процесот.

Кога $C_p = C_{pk}$ процесот е концентриран помеѓу долните и горните спецификации и затоа просекот на дистрибуцијата на процесот е концентриран на номиналната вредност на дизајнот. Ако вредноста на индексот на способноста C_p е поголем од еден, процесот се наоѓа во состојба на способност, а ако вредноста на индексот на способност е помала од еден, тогаш процесот не се наоѓа во состојба на стабилност, а тоа значи дека ширината меѓу природните граници на толеранција на процесот е поголема од ширината меѓу границите во спецификацијата. Ако вредноста на индексот на способност C_k е еднаква на нула, тоа значи дека процесот е центриран на една од границите во спецификацијата и ако вредноста на индексот на способноста е помала од нула, тоа значи дека процесот е центриран надвор од спецификациите. Колку е поголема вредноста на индексот на способност на процесот C ќе има помали количини на производи надвор од наведените граници на толеранција. За да може индексите на способности на процесите C_p и C_{pk} да се користат е потребно да биде задоволен условот за нормалноста на измерените податоци од примерокот на процесот кој се разгледува и дека процесот е во состојба на статистичка контрола.

3.5. Препораки за примената на контролните карти во контролата на процесите

Примената на контролните карти претставува постапка која бара стручни лица и временско ангажирање, како и зголемување на трошоците и поради тоа потребно е да биде рационално поставувањето на контролните карти.

Несоодветно користење на контролните карти во процесот:

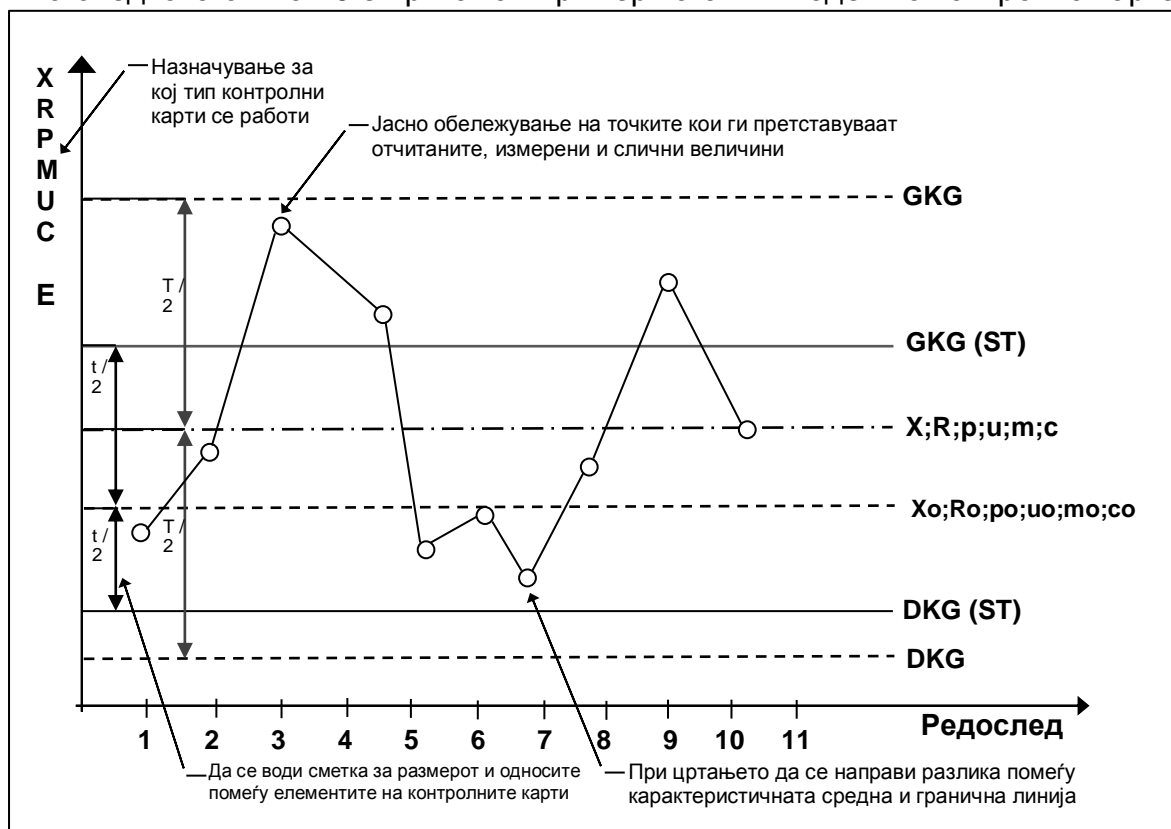
- ❖ не претставува решение за обезбедувањето на квалитет и
- ❖ води кон неекономичен однос на вложениот труд во однос на резултатите кои произлегуваат од него.

Концептот на управување на квалитетот со контролните карти наидува на корисна примена, особено во областа на контрола на квалитетот во деловното работење во целина. Тие исто така се користат во случаи на лоши процеси за да може со помош на нив да се извршат корективни мерки. Но, ако податоците од контролните карти не се користат за корективна акција, тогаш тие се непотребни. Контролните карти треба да се постават на места каде што може да се следат оние својства на квалитетот кои се од суштинско значење за употребната вредност на производот/услугата.

Со користење на контролни карти е овозможено:

- ❖ објективно оценување на постигнатиот квалитет во процесот;
- ❖ определување на технолошките системи кои можат да ги остварат потребните карактеристики на квалитет во пропишани граници;
- ❖ определување на карактеристики на квалитет кај кои се појавуваат отстапувања (варијации) во однос на дадените барања;
- ❖ анализа на примерокот на варијација на квалитет;
- ❖ објективно проценување на воведување на нови технологии и нови производи и
- ❖ оценка на точноста, стабилноста и способноста на процесот.

На следната слика 19 е прикажан пример на општ модел на контролна карта:



Слика 19. Општ модел на контролна карта
Figure 19. A general model of control chart

На секоја контролна карта има исцртани контролни граници кои претставуваат граница на регулирање или управување и централна линија, која се добива преку пресметување на аритметичка средина на измерените вредности на примероците.

Доколку измерените вредности се наоѓаат во рамките на границите, тогаш процесот е под контрола, во спротивно тој е надвор од контрола. Степенот на корисност од контролни карти зависи од правилно избраните техники за секоја ситуација поединечно. Поради тоа, е неопходно, да се разгледаат специфичностите на секоја технологија и производствен процес.

Контролните карти не даваат ефект на краток временски период или за мал број на произведени делови/услуги. Контролните карти може да дадат научно потврдени податоци за континуирано масовно - сериско производство/услуга, или во случај на контрола на готов производ/дадена услуга, ако станува збор за ист произведувач / услужувач на долг рок.

3.6. Примена на статистички метод на контролна карта во процесот на управување со квалитет

3.6.1. Изработка на X контролна карта – пример во земјоделството

За изработка на X контролна карта, земен е реален пример од прскалка која се користи во земјоделството. Прскалката има работна зафатнина од десет метри и дваесет млазници ($k=20$), со меѓуразмер од 50 см., додека податоците за проток на вода се мерени во (л/мин). Направени се пет мерења на протокот на вода низ млазниците на секои 20 см, на должина од еден метар ($n=5$).



Слика 20. Распрскувач со работна зафатнина од десет метри
Figure 20. Sprayer with a capacity of ten meters



Слика 21. Уред за контрола на точноста на работа кај распрскувач
Figure 21. Device for controlling the accuracy of the work in the sprayer

Табела 3. Резултати од мерење на проток на вода (л/мин)
Table 3. Results of measurement of water flow (l / min)

	0,2 м	0,4м	0,6м	0,8м	1,0м	Просек	Ранг
1.	0,3510	0,3310	0,2910	0,3760	0,4030	0,3504	0,1120
2.	0,3370	0,3810	0,2540	0,3010	0,3730	0,3292	0,1270
3.	0,2480	0,3100	0,3410	0,4050	0,3190	0,3246	0,1570
4.	0,2320	0,3780	0,2830	0,2610	0,3320	0,2972	0,1460
5.	0,2510	0,3350	0,3180	0,2590	0,3400	0,3006	0,0890
6.	0,3330	0,3270	0,3120	0,2720	0,3570	0,3204	0,0850
7.	0,2590	0,3140	0,2580	0,3090	0,3320	0,2944	0,0740
8.	0,3570	0,3240	0,2780	0,2220	0,2590	0,2880	0,1350
9.	0,2790	0,2680	0,2580	0,2820	0,2950	0,2764	0,0370
10.	0,2510	0,2250	0,2430	0,2120	0,2360	0,2334	0,0390
11.	0,3210	0,3100	0,3050	0,2740	0,1990	0,2818	0,1220
12.	0,2150	0,2420	0,2490	0,2160	0,2040	0,2252	0,0450
13.	0,3240	0,2830	0,2720	0,3230	0,3310	0,3066	0,0590
14.	0,3160	0,3490	0,3310	0,3720	0,3210	0,3378	0,0560
15.	0,3710	0,3520	0,3810	0,3780	0,3990	0,3762	0,0470
16.	0,3620	0,3720	0,3810	0,3630	0,3760	0,3710	0,0190
17.	0,3490	0,3550	0,3590	0,1690	0,2530	0,2970	0,1900
18.	0,3720	0,3370	0,2290	0,1920	0,2710	0,2802	0,1800
19.	0,2680	0,2450	0,2360	0,3010	0,2590	0,2618	0,0650
20.	0,1990	0,2390	0,3170	0,2290	0,2940	0,2556	0,1180

Пресметувањето на средната вредност \bar{X} , просечниот ранг \bar{R} е на следниов начин:

$$\bar{X} = \frac{0,3504 + 0,3292 + 0,3246 + \dots + 0,22556}{20} = \frac{0,60380}{20} = 0,30037$$

$$\bar{R} = \frac{0,1120 + 0,1270 + 0,1570 + \dots + 0,1180}{20} = \frac{2,0870}{20} = 0,09510$$

При пресметувањето на контролните граници ограничени на три стандардни отстапувања ($\pm 3\sigma$) се користат фактори за пресметување на контролните граници кои се дадени во (Табела 2).

Пресметување на контролните граници за \bar{X} контролна карта:

Централната линија (CL) = \bar{X}

Горна контролна граница (UCL) = $\bar{X} + A_2 * R$

Долна контролна граница (LCL) = $\bar{X} - A_2 * R$

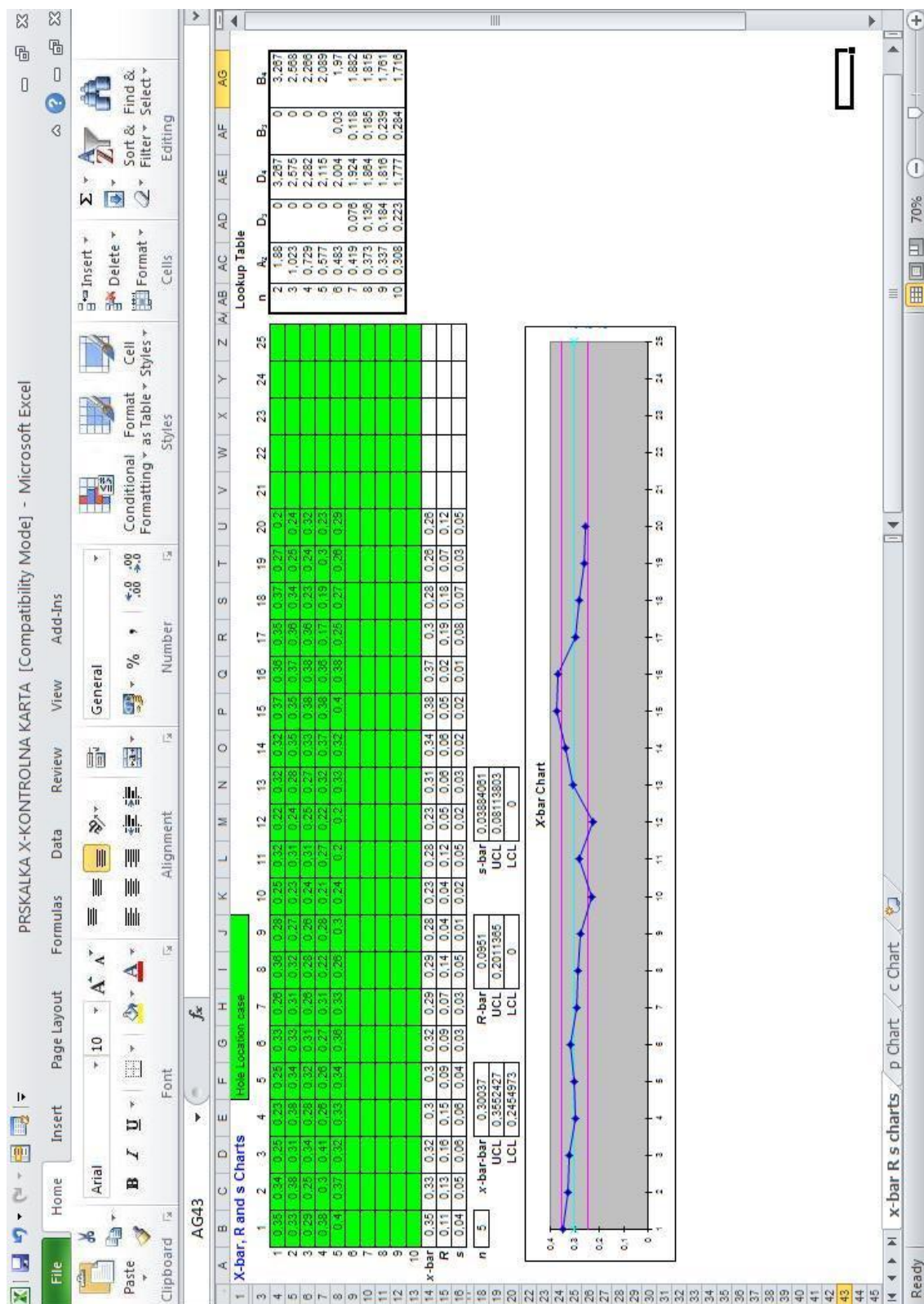
Во примерот централната линија и контролните граници се пресметуваат на следниов начин:

Централната линија (CL) е еднаква на \bar{X} и е 0,30037, а просечниот ранг R е 0,09510 за примероците со големина $n = 5$.

$$UCL = 0,30037 + 0,577 * 0,09510 = 0,355243$$

$$LCL = 0,30037 - 0,577 * 0,09510 = 0,245497$$

Врз основа на горепресметаните параметри се конструира \bar{x} - контролната карта. Во Microsoft Excel внесени се погоре измерените податоци, пресметани се бараните податоци, а како резултат на добиените резултати конструирана е контролната карта. Пресметаните податоци табеларно и графички, како и конструираната \bar{x} -контролна карта се дадени на слика 22.



Слика 22. Контрола на квалитетот на работата на прскалката со x контролна карта

Figure 22. Control the quality of the spray nozzle with x control chart



Слика 23. Стандардна контролна карта за проверка на протокот на испитана течност

Figure 23. Standard control chart in checking the flow of fluid investigated

Од контролната карта се гледа дека протокот на течност низ млазниците не е воедначен и во некои млазници доаѓа до девијации во однос на контролните граници. Така на пример, млазниците 10 и 12 имаат помала проточност, а 15-тата и 16-тата млазница имаат поголем проток, односно нивните вредности се наоѓаат надвор од контролните граници. Тоа значи дека во процесот таквата состојба се назначува со терминот „надвор од статистичка контрола“, а истовремено укажува на тоа дека поедини млазници, каде што има отстапување, треба да се подесат или заменат.

Испитувањето на млазниците на распрскувачката и нивната статистичка анализа укажа на нерамнотежен проток на течност преку млазниците, што се потврди со одредени отклонувања во однос на контролните граници. Врз основа на добиените податоци кои треба да се земат предвид од страна на инженерите/менаџерите, потребно е да се преземат конкретни активности кај прскалката со цел да се коригира протокот на течност, и како крајна цел, да се подигне квалитетот на распрскувачот за наредните работни текови.

3.6.2. Примена на X контролна карта во производна линија на кафе

Со цел да се разбере како контролните карти може да се применат во производството, го разгледаваме следниот пример: Во производна линија на кафе од страна на производителот се користи машина со која се полнат празните пакетки со кафе. Машината за полнење (полначката) е поставена да го пополни секој празен пакет (ќесенце) со 200 грама кафе. Бидејќи ова е електро-механички процес, кој се повторува во текот на долг временски период, неизбежно е дека ќе има одреден степен на варијација во наполнетите количини на кафе во пакетките. Прашањето на кое производствените инженери ќе треба да одговорат е: „дали варијацијата доволно резултира со значително отпразнување, или преполнување на пакетите“?

Следната табела ги прикажува податоците добиени од 25 примероци, од кои секоја големина $n = 5$ е земена од линија за производство на кафе. Се пресметува средната вредност (просек) \bar{x} и опсегот (ранг) R на секој примерок, како и горните и долните контролни граници. Сите потребни пресметки се направени во Microsoft Excel. Во процесот на производство, се земаат примероци во редовни интервали, (на пример) на секои 10 мин., 15 мин., 30 минути и така натаму, така што овде се земени 25 примероци. После конструираната контролна карта производните инженери ќе бидат во можност да ги детектираат трендовите. Тоа може да биде многу важно за производствените инженери кои очекуваат да преземат корективна акција за да се спречи процесот на производство кога ќе излезе од контрола.

Табела 4. Резултати од мерење на тежината на наполнетите пакети со кафе во грамови.

Table 4. Results of weighing the filled packages with a coffee in grams.

Примерок	I тежина	II тежина	III тежина	IV тежина	V тежина	Просек	Ранг
1.	199,7	202,8	200,7	201,2	199,2	200,7	3,6
2.	197,2	203,5	199,3	202,5	201,2	200,7	6,3
3.	196,8	200,7	201,2	192,8	200,7	198,4	8,4
4.	200,3	203,8	197,9	189,9	201,8	198,7	13,9
5.	196,2	202,4	196,9	200,6	204,2	200,1	8,0
6.	199,8	198,5	201,2	195,8	195,4	198,1	5,8
7.	201,2	202,1	200,9	198,2	197,9	200,1	4,2
8.	203,2	203,9	198,6	200,5	199,9	201,2	5,3
9.	204,1	200,9	195,1	197,8	198,2	199,2	9,0
10.	198,5	197,9	196,8	202,2	196,5	198,4	5,7
11.	191,2	200,8	202,8	197,1	200,8	198,5	11,6
12.	204,2	196,7	195,9	201,4	201,5	199,9	8,3
13.	199,2	197,2	200,8	198,7	203,2	199,8	6,0
14.	201,5	199,4	197,7	200,5	204,5	200,7	6,8
15.	204,4	204,0	201,7	199,5	201,7	202,3	4,9
16.	197,3	202,8	198,6	197,8	196,7	198,6	6,1
17.	198,8	200,2	200,2	201,6	198,8	199,9	2,8
18.	196,8	196,7	202,5	202,2	199,4	199,5	5,8
19.	199,2	187,9	201,7	201,5	198,8	197,8	13,8
20.	199,1	200,9	200,4	200,9	196,5	199,6	4,4
21.	198,5	204,8	204,1	204,5	199,2	202,2	6,3
22.	202,2	197,2	196,8	198,4	201,3	199,2	5,4
23.	201,8	199,7	199,7	201,7	202,3	201,0	2,6
24.	198,4	204,7	201,9	203,1	200,8	201,8	6,3
25.	202,9	202,1	201,2	201,9	197,7	201,2	5,2

Со користење на Microsoft Excel, се добиени следниве резултати:

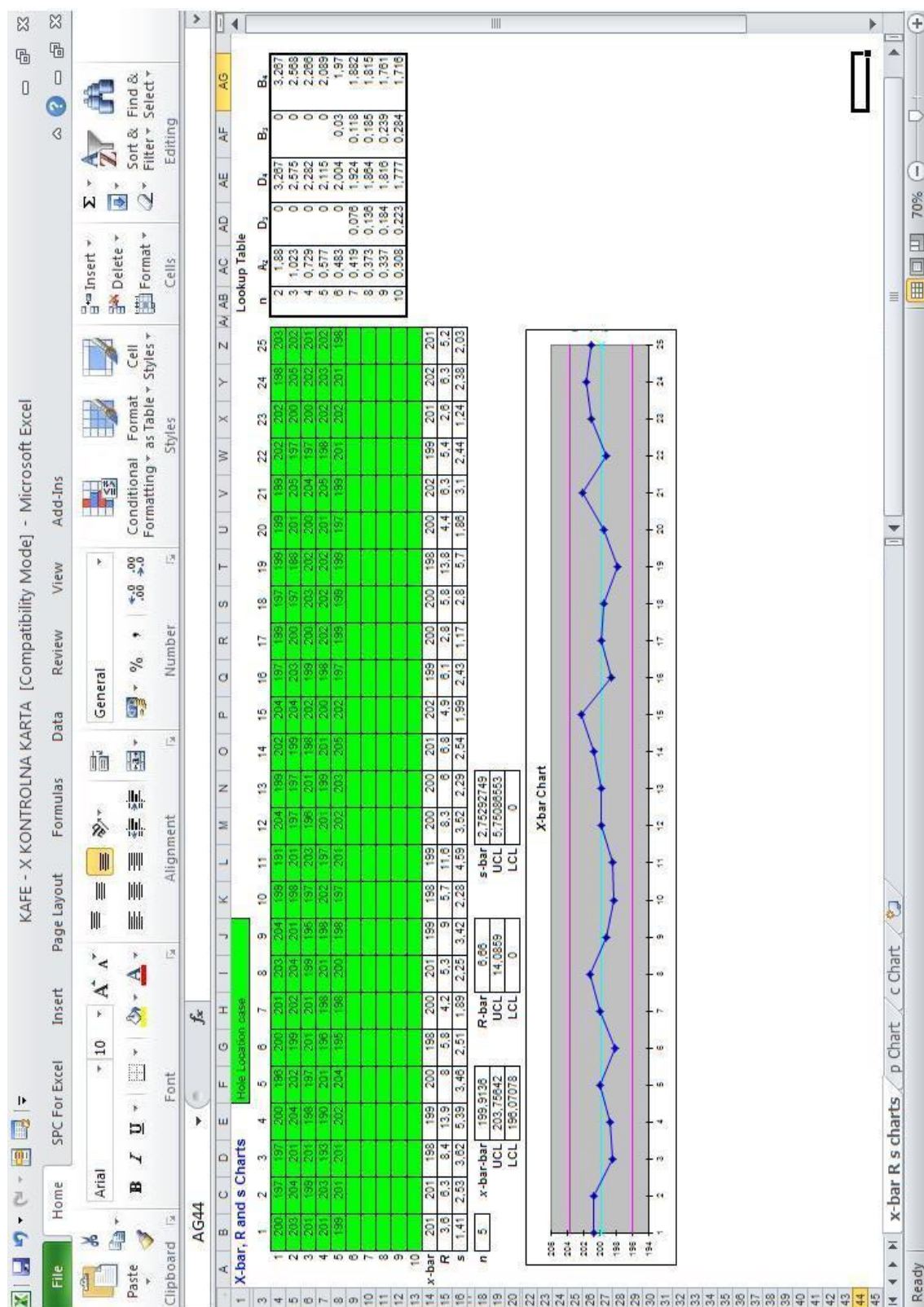
$$\bar{x} = 199,9136 \text{ и } R = 6,66$$

Со користење на овие вредности, контролните граници (горна и долна) се дефинирани како:

$$UCL = \bar{x} + A_2 R = 199,9136 + 0,557 \times 6,66 = 203,75642$$

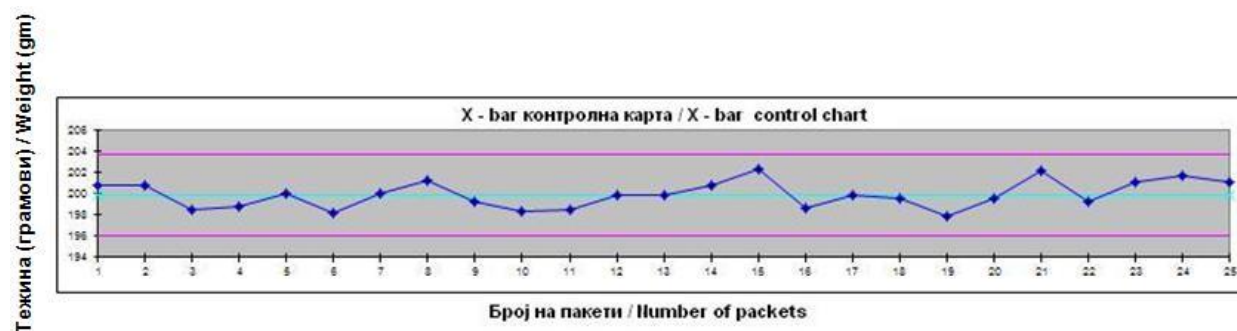
и

$$LCL = \bar{x} - A_2 R = 199,9136 - 0,557 \times 6,66 = 196,07078$$



Слика 24. Контрола на квалитетот на работата на полначката на кафе со x контролна карта

Figure 24. Quality control of dosing with coffee using x, R and s control chart



Слика 25. X - контролна карта за тежината на пакети со кафе во грамови.

Figure 25. X – control chart for measuring the weight packages with coffee in grams

Од слика 25 се гледа дека работата на полначката на кафе е под статистичка контрола. Односно производствените инженери треба да одговорат дека „варијацијата доволно резултира со значително отпразнување, или преполнување, на пакетите со кафе“. Доколку се јават некои поголеми варијации кои ќе резултираат со поголеми отстапувања во смисла на повеќе или помалку полнење на пакетите со кафе, односно процесот ќе биде надвор од статистичка контрола, тогаш е потребно да се направат одредени корекции на работата на машината.

3.6.3. Толкување на контролните карти

Од големо значење, покрај прецизната изработка на контролна карта е и нејзино правилно толкување.

Толкувањето на контролните карти претставува начин за разбирање на различните разместености на точките на податоци кои укажуваат дека процесот може да биде надвор од контрола. Наједноставниот начин да се протолкува контролна карта е кога процесот се наоѓа „надвор од статистичка контрола“ или кај процес со кој вредностите на поединечните мерења се надвор од контролните граници. Тоа значи дека во процесот се присутни некои посебни причини за варијации, и дека треба да го направат одредени корекции. Кога сите точки се наоѓаат во рамките на контролните граници тогаш процесот „е во рамките на статистичка контрола“.

Според Njubold P. [37] како три од тие разместености се:

1. Вредност надвор од контролните граници (кога една точка се наоѓа надвор од контролната граница, односно повеќе од 3 сигма од централната линија).
2. Тренд во статистиките на примероците (шест точки по ред, сите да растат или опаѓаат). Овој вид познат како *trend* (тренд, нагиб) - укажува дека процесот бега од контрола и обично е потребно да се прилагоди
3. Многу точки се наоѓаат на една страна од централната линија (девет точки по ред се наоѓаат на долната или горната страна (на истата страна) од централната линија). Таков распоред во контролните карти е познат како *Run* (тек или тенденцијата) и кажува дека во процесот постојат неправилности кои треба да бидат корегирани.

1. Овде сите точки се во рамките на контролните граници, само една точка се наоѓа надвор од контролните граници. Затоа е потребно истражување за откривање на причината за таквата екстремна вредност.



Слика 26. График за вредноста на точките надвор од контролните граници
 Figure 26. Chart of value of the points outside the control limits

2. Статистиките на примерокот не изгледаат дека се случајно распространети околу централната линија. Постои тенденција за нивно зголемување во текот на времето, така што последователно сите седум точки растат по вредност.



Слика 27. График за тренд во стандардот на примерокот
 Figure 27. Chart of the trend in the standard of the sample

3. На слика 28. девет последователни точки (кои ги претставуваат стандардните девијации на примероците) се наоѓаат под централната линија. Со истражувањето на посебните причини може да се открие потенцијалната проблематична област.



Слика 28. График за премногу точки на иста страна од централната линија
Figure 28. Chart of too many points on the same side of the center line

Контролните карти се многу популарни во индустријата, а тоа се должи на нивните карактеристики кои се:

- ❖ Тие се едноставни за употреба. Производствените инженери може да ги користат контролните карти во контролата на квалитет.
- ❖ Тие се ефективни. Контролните карти помагаат да се задржи производствениот процес во контрола. Со ова се избегнуваат непотребните трошоци и се оптимизира времето во процесот.
- ❖ Тие се дијагностички, во смисла дека упатуваат и покажуваат кога треба да се направат прилагодувањата во процесот, како и кога не треба да се направат приспособувањата.
- ❖ Тие се добро докажани. Контролните карти имаат долга и успешна историја. Тие беа воведени во 1920-тите и се докажале во текот на годините.
- ❖ Тие обезбедуваат информации во врска со стабилноста на производствениот процес со текот на времето. Овие информации се од интерес за производните инженери. На пример, ако процесот е многу стабилен, може да им овозможи на инженерите да направат помалку мерења.

При анализата на секоја контролна карта мора да се пристапи многу сериозно и прецизно. Врз основа на резултатите од контролните карти, можно е да се подобри процесот на производство и да се отстранат несаканите причини или варијации, намалување на производствените трошоци, а со тоа да се зголеми профитот.

3.6.4. Реализирано истражување за користење на контролни карти во винската индустрија

Опис на фазите на анализа

За потребите на овој истражувачки процес, е дозволено да се контролира производствена линија за производство на вино во приватна компанија на територијата на општина Штип која преработува грозје и произведува вино.

Предмет на истражување е анализа на примената на статистичка контрола на процесот на производство на вино. Периодот на набљудување на производствениот процес е еден месец. За потребите на дефинираниот примерок при изборот на вредностите на податоците е изготвена табела од измерени вредности која е интегрирана во Microsoft Excel 2010 и е направена статистичка обработка и конструкција на контролната карта. Овде е набљудуван дел од производствениот процес на вино кое се полни во стаклени шишиња од 1 литар, а се применети контролните карти во четири контролни места.

Како *прво место* за спроведување на процесот на контрола е определен процесот на стерилизација на празни стаклени шишиња. После процесот на стерилизација на празните стаклени шишиња се врши спроведување на микрохемиски тестирања на празните шишиња, од каде може да се испита успешноста на спроведување на процесот на стерилизација на начин на кој се гледа дали стерилизацијата успеала да ги отстрани сите микроорганизми или постои одреден број на микроорганизми во празните шишиња.

Второ место во спроведувањето на статистичката контрола е работата на полначката. Полначката ги полни празните шишиња со вино со одредена количина од 1 литар. При оваа контрола на процесот, се поставува барањето да се испита работатата на полначката, дали ги полни шишињата целосно со количина од 1 литар, дали има отстапувања и колкави се тие отстапувања.

Третото место за контрола на процесот на производство е контрола на затворање на шишињата. Со ова контрола е потребно да провери дали машинката за затворање правилно и исправно ги затвора шишињата со соодветните тапи - затворачки на шишињата односно дали херметички се затворени стаклените шишиња со тапите.

Четвртото место на статистичка контрола е проверка на работата на етикетирката, и тоа на начин на кој се проверува дали етикетата е правилно отпечатена на соодветно место, дали сите податоци се правилно отпечатени на етикетата, исто така дали етикетата е квалитетно отпечатена и дали постои можност за нејзино брзо самоодлепување.

Измерените резултати од мерењето во процесот на производство на вино и полнење во стаклени шишиња од 1л. кои се потребни за изработка и анализа на контролните карти се прикажани во Табела 5.

Табела 5. Податоци за анализа на процесот на производство на вино со помош на контролни карти

Table 5. Data analysis of the process of making wine using a control charts

Работни денови / реден бр. на примерокот	Стерилизатор		Полначка					Затворачка		Етикетирка	
	Големина на примерокот	Број на неисправни шишиња	Мерење 1	Мерење 2	Мерење 3	Мерење 4	Мерење 5	Големина на примерокот	Број на неисправни тапи	Големина на примерокот	Утврден бр. на не- правилност
1	220	30	1,03	0,80	1,06	0,94	0,94	220	27	220	20
2	220	19	0,96	0,94	1,01	0,85	1,04	220	20	220	25
3	220	27	0,92	0,95	1,00	0,94	0,92	220	18	220	15
4	220	28	0,94	0,89	1,02	0,82	0,85	220	21	220	20
5	220	18	1,05	0,83	0,85	0,97	1,08	220	24	220	11
6	220	21	1,07	1,05	1,06	1,02	0,85	220	20	220	3
7	220	28	1,09	1,05	0,86	0,86	1,02	220	15	220	14
8	220	29	0,95	1,02	1,04	0,92	0,88	220	18	220	5
9	220	16	1,06	0,90	0,95	1,10	0,85	220	21	220	23
10	220	15	0,87	0,92	1,07	0,96	0,88	220	20	220	26
11	220	29	1,03	0,86	0,88	0,85	0,85	220	10	220	35
12	220	33	1,07	0,95	0,90	0,82	1,10	220	6	220	22
13	220	35	0,92	0,99	1,04	0,91	0,82	220	3	220	10
14	220	26	1,04	1,04	0,86	0,88	1,10	220	0	220	4
15	220	36	0,90	0,98	1,01	0,84	1,00	220	16	220	12
16	220	21	1,03	0,80	1,05	1,05	0,92	220	10	220	12
17	220	27	1,07	0,84	1,09	0,85	0,82	220	10	220	20
18	220	24	0,87	0,85	0,90	1,08	1,09	220	7	220	24
19	220	31	0,86	0,85	0,95	1,03	0,95	220	15	220	27
20	220	27	0,90	0,85	0,82	0,88	1,10	220	24	220	3

3.6.4.1. Анализа на процесот со помош на контролни карти, заклучоци и препораки

Во производствениот процес, анализирани се четири контролни места: стерилизатор, полначка, затворака и етикетирка. Како *прво контролно место* се зема стерилизаторот, каде менаџментот во компанијата им дава задача на контролорите да ја проверат исправноста на работата на стерилизаторот. Доколку стерилизаторот работи правилно, бројот на микроорганизми во стакленото шише по излегување од стерилизаторот е еднаков на нула, или ако стакленото шише содржи еден микроорганизам, тогаш ќе се смета дека шишето е неисправно.

За да дојдат до заклучок, контролорите за еден месец или 20 работни дена, секој ден земаат, по случаен избор, случаен примерок од по 220 празни стаклени шишиња кои се обработени во стерилизаторот. Во лабораторија во строго контролирани услови е извршено испитување и добиените резултати се прикажани во Табела 5.

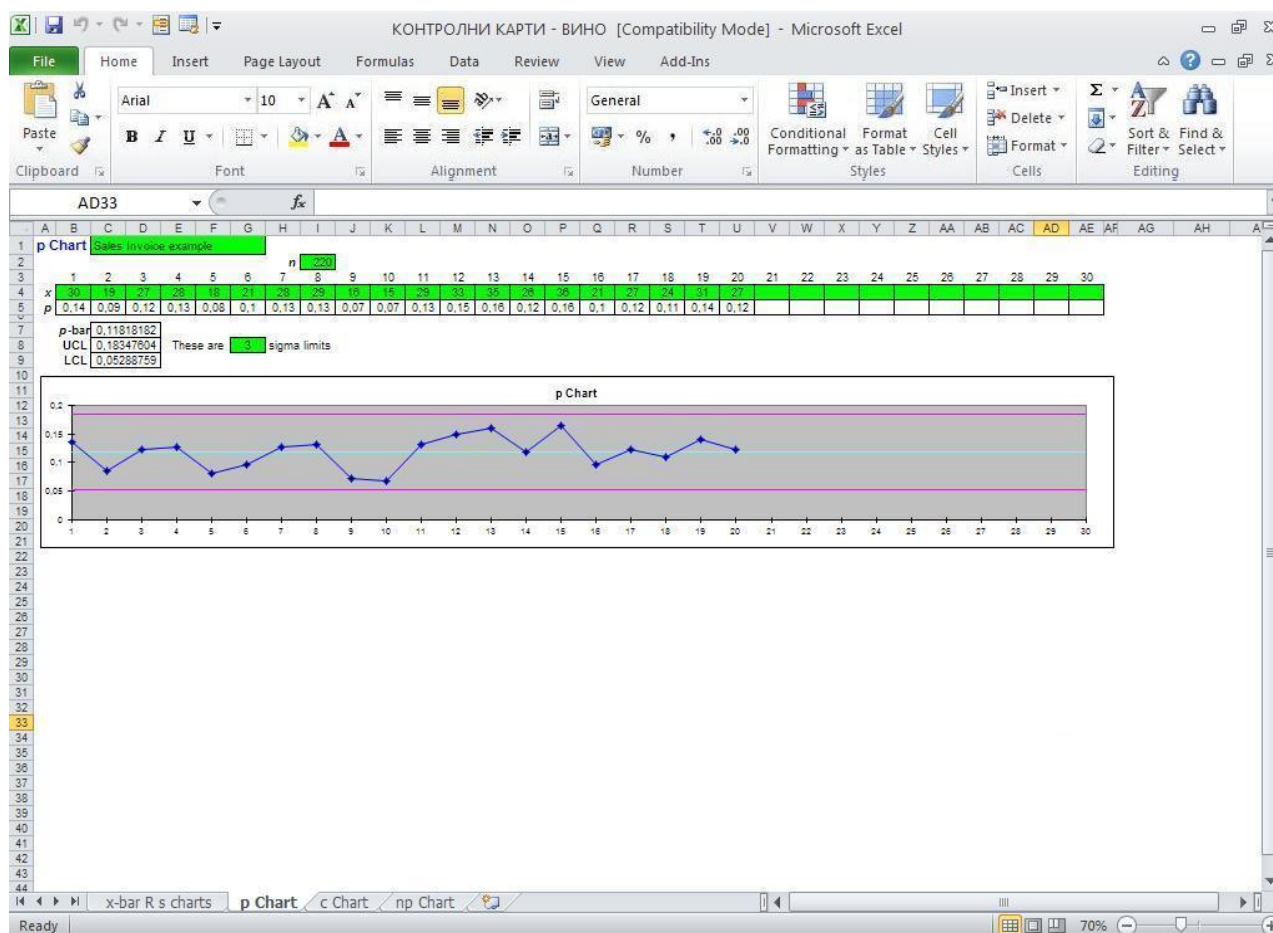
При анализата, се набљудуваат шишињата во зависност од нивната исправност, па вредноста на модалитетот на набљудуваните променливи се исправни стаклени шишиња (без микроорганизми) и неисправни стаклени шишиња (кои содржат микроорганизми). Значи, станува збор за атрибутивни карактеристики кои може да примат само две вредности, па во овој случај, може да се примени p - контролната карта.

Испитано е дали се регулираат одделни вредности на пропорции на примероците според нормалната распределба. Со нултата хипотеза се претпоставува нормална распределба, додека алтернативната хипотеза содржи претпоставка дека распределбата не е нормална. Нултата хипотеза од тестот не може да се отфрли, односно не може да се одбие хипотезата дека пропорциите се нормално дистрибуирани и затоа анализата на процесот може да се спроведе со користење на p контролни карти.

Како резултат на тоа, пристапено е кон конструкција на p - контролна карта која е прикажана на слика 29.

Со помош на Microsoft Excel 2010 добиена е p - контролната карта на неисправни празни стаклени шишиња. Резултатите од статистичката обработка на податоците, како и табеларното и графичко претставување на податоците се дадени на слика 29. Пресметаните параметри, централната линија, горната и долна контролна граница за p контролна карта изнесуваат:

$$\bar{p} = 0,11818182 ; ULC = 0,18347604; LCL = 0,05288759$$



Слика 29. P-контролна карта на неисправни празни стаклени шишиња
Figure 29. P-control chart of defective empty glass bottles

Од анализата на p - контролната карта, се констатира дека процесот е во состојба на статистичка контрола или нема потреба да преземат дополнителни активности или корекции за да се подобри функционирањето на стерилизаторот.

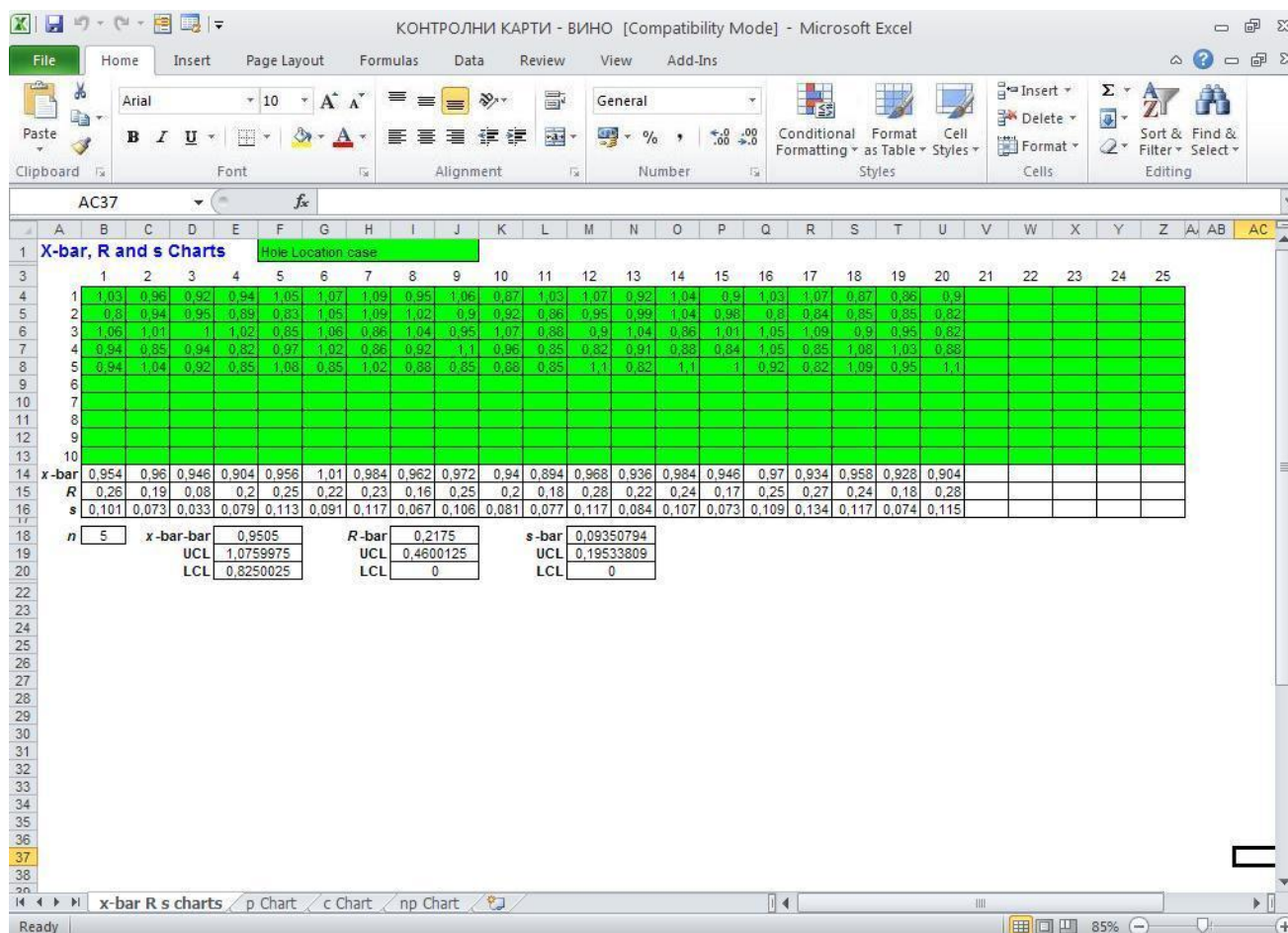
Второто место за статистичка контрола на процесот е работата на полначката. Полначката, која работи автоматизирано според утврдена програма, треба да го наполни стерилизираното стаклено шише за вино со количина од точно 1 литар. Контролорите имаат задача да испитаат дали навистина полначката го полни со содржина шишето со зададената вредност. Со цел да се испита работата на полначката за 20 работни дена, контролорите секој ден, по случаен избор, земаат по 5 претходно наполнети стаклени шишиња, ја мерат количината содржина во секое стаклено шише и измерените количини, кои се изразени во литри, ги евидентираат. Бидејќи променливата (варијаблата) која се набљудува (содржаната количина во стакленото шише) претставува нумеричка непрекината променлива, во анализа на процесот може да се користи \bar{x} , R , и s контролна карта. Евиденција на мерењата и пресметаните компоненти заради пресметување на овие контролни карти се прикажани во Табела 5. Врз основа на тие податоци кои се внесуваат во статистичкиот програм, се пресметуваат централната линија и контролните граници и се конструира \bar{x} - контролната карта.

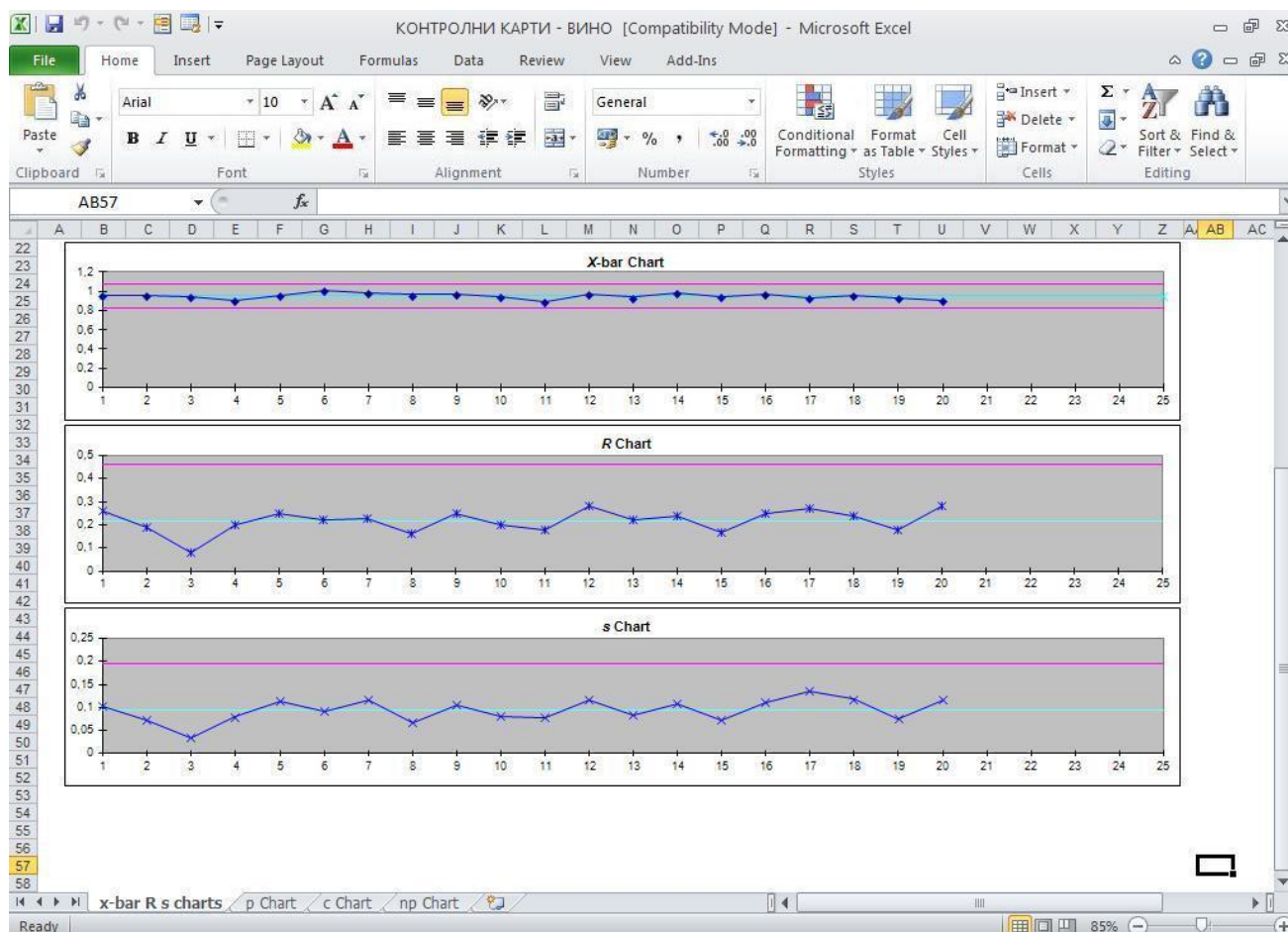
Резултатите од статистичката обработка на податоците, како и табеларното и графичко претставување на податоците се дадени на слика 30. Пресметаните параметри, централната линија, горната и долна контролна граница за \bar{x} , R и s контролните карти изнесуваат:

x-bar = 0,9505; ULC = 1,0759975; LCL = 0,8250025

R-bar = 0,2175; ULC = 0,4600125; LCL = 0

s-bar = 0,093507941; ULC = 0,195338089; LCL = 0





Слика 30. Контрола на квалитетот на полначката со помош на \bar{x} и R и s контролни карти

Figure 30. Quality control of dosing using \bar{x} , R and s control charts

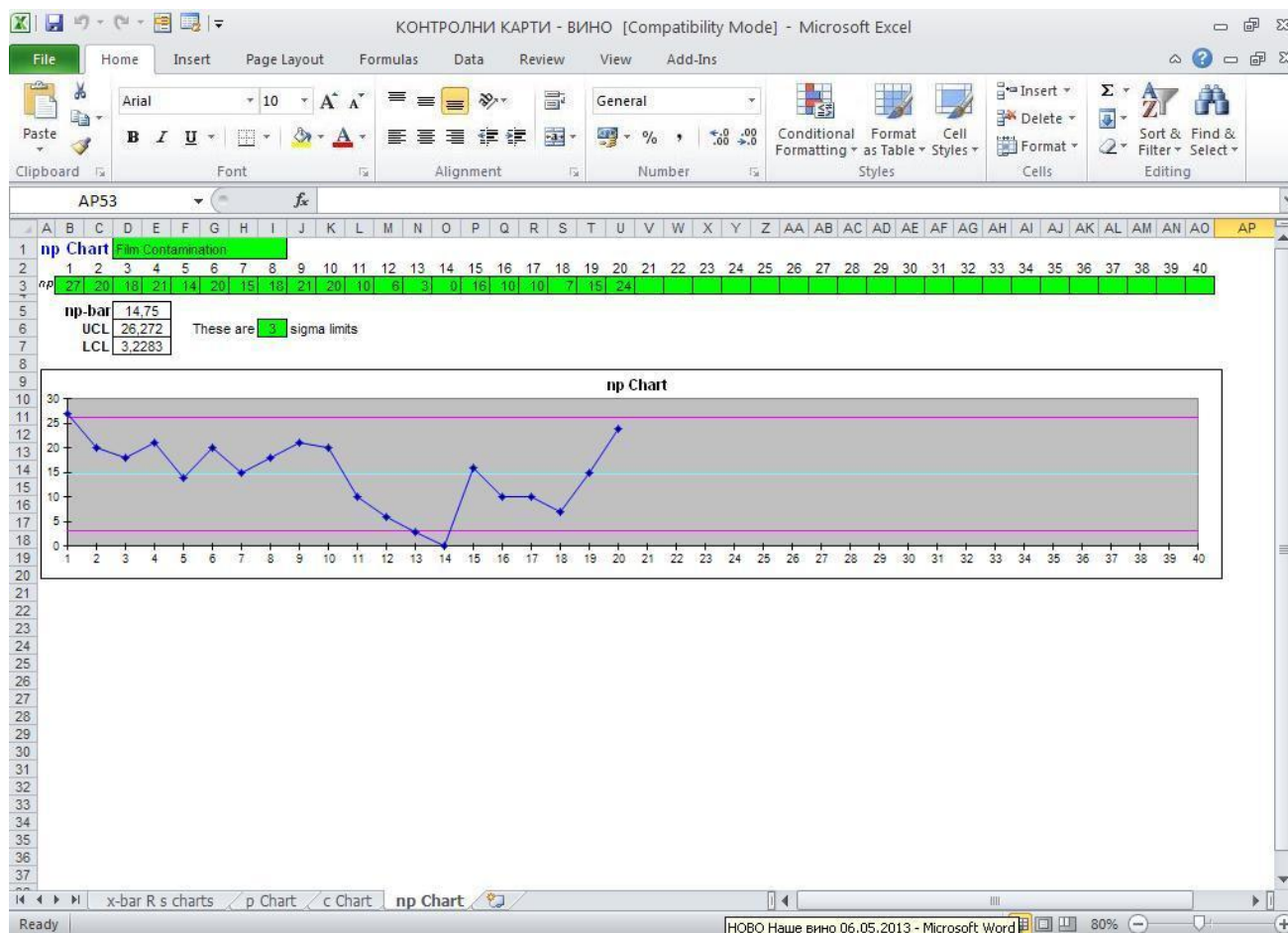
Од анализата на \bar{x} и R и s контролната карта, се констатира дека процесот на работење на полначката на стаклени шишиња е во состојба на статистичка контрола, односно работењето на полначката е исправно. Во сите три случаи, заклучокот е дека, со определено ниво од 5%, не може да се одбие (односно се прифаќа) хипотезата дека дистрибуцијата на податоците е нормална. Од анализата на сите три контролни карти се гледа дека сите зададени основни критериуми на одлучување се исполнети и се заклучува дека процесот е во состојба на статистичка контрола, односно работењето на полначката е исправно.

Третото место каде се врши контролирање е работењето на затворацката на шишињата.

Контролорите проверуваат дали затворацката правилно ги поставува тапите на шишињата на начин на кој шишето е херметички затворено и на тој начин да е оневозможено излевање на течност. Дневно се проверуваат по 220 шишиња, така што во текот на 20 работни дена вкупно се обработени и проверени 4400 шишиња. Во контрола на квалитетот е применета *np*-контролна карта за да се утврди бројот на неисправни тапи на шишињата. Резултатите од мерењето по денови се дадени во Табела 5.

Добиените податоци од утврдените мерења на шишињата со неисправни тапи се обработуваат по нивното внесување во статистичкиот програм и се конструира контролната карта. Резултатите од статистичката обработка на податоците, како и табеларното и графичко претставување на податоците се дадени на слика 31. Пресметаните параметри, централната линија, горната и долна контролна граница за *np* - контролната карта изнесуваат:

$\bar{np} = 14,75$; $ULC = 26,2717$; $LCL = 3,22828$; These are 3 sigma limits



Слика 31 Контрола на квалитетот на работата на затворацката со помош на np контролна карта
Figure 31. Control the quality of work by closing the np control chart

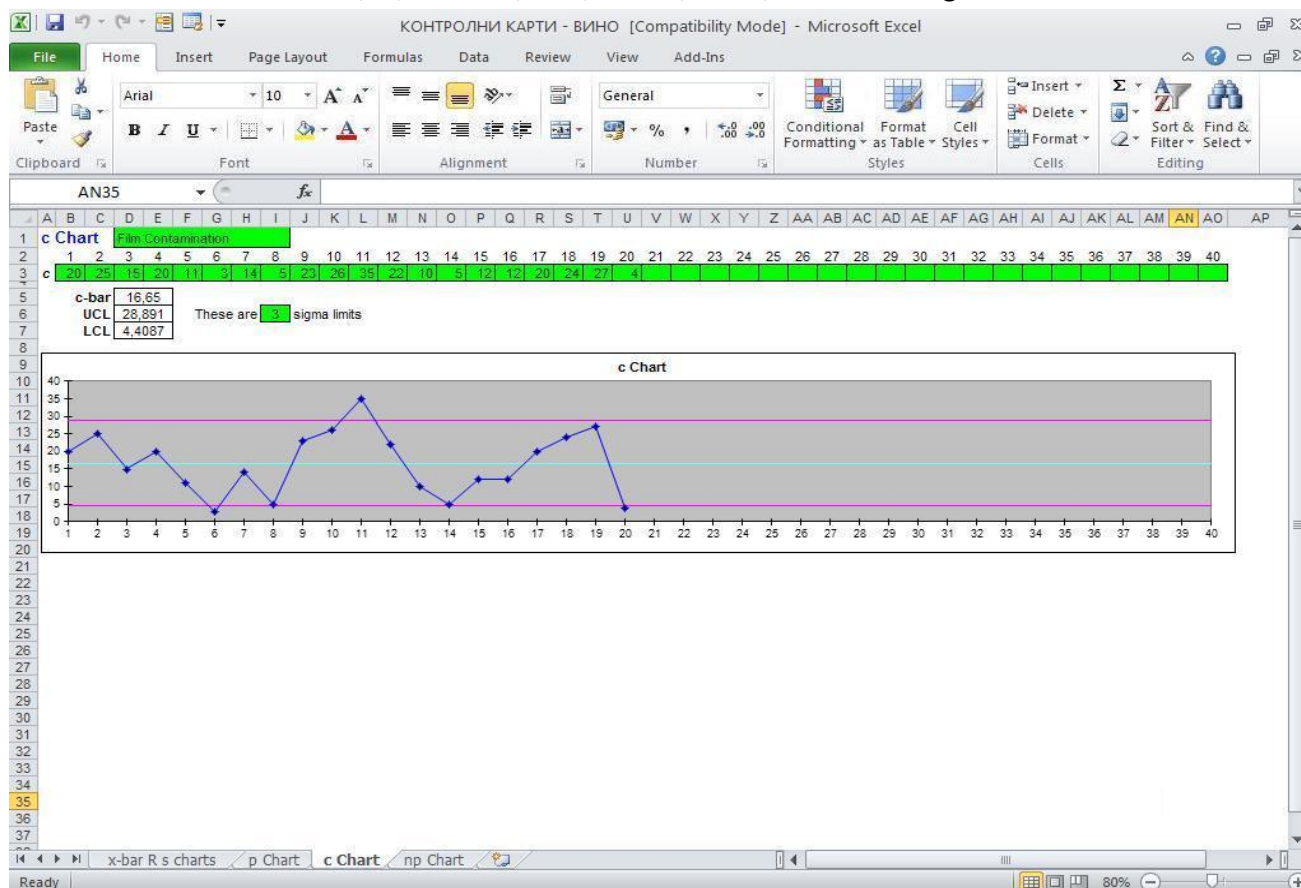
Според конструираната контролна карта се констатира дека првиот услов не е исполнет затоа што бројот на неисправни тапи во примерокот од првиот ден е над горната контролна граница и бројот на 13 и 14 работен ден се наоѓа под долните критични контролни граници, па се констатира дека процесот не е во состојба на статистичка контрола. Поради тоа е потребно да се испита работата на затворацката на тапите и да се направат корекции на уредот.

На крајот од производствената линија е *четвртото место* за контрола. На ова место се набљудува исправноста на работата на етикетирката.

Со работата на етикетирката е потребно етикетите да се поставуваат на точно одредено место, потоа етикетите на шишињата по излегувањето од линијата да не се одлепуваат и на секое шише правилно да е отпечатен нумеричкиот код. Овие барања се описни (атрибутивни) карактеристики на променливите на неправилноста на работата на етикетирката. Затоа, варијаблата на неправилноста на работа на етикетирката може да има пет модалитети и тоа: етикетирката ги исполнува сите наведени услови, етикетирката не исполнува еден услов, не исполнува два услови, не ги исполнува три услови и не исполнува ниеден од наведените барања. Поради овие видови на карактеристики и бројот на модалитети кој е поголем од два во контролата на работата на етикетирката ќе се користи *c* - контролна карта. Секој работен ден од линијата на етикетирката се земаат 220 шишиња и се контролираат во текот на 20 работни дена, со цел да се контролира и да се провери исправноста на етикетање. Резултатите добиени од испитувањето на шишиња со неисправни етикети е дадено на Табела 5.

После измерените и утврдените податоци се пристапува кон внесување и обработка во статистичкиот програм, каде се врши пресметување на контролните граници и централна линија и се исцртува *c* - контролната карта која е прикажана на слика 32. Пресметаните параметри, централната линија, горната и долна контролна граница за *c* - контролната карта изнесуваат:

$\bar{c} = 16,65$; $ULC = 28,8913$; $LCL = 4,40868$; These are 3 sigma limits



Слика 32. Контрола на квалитетот на работата на етикетирката со помош на с контролна карта

Figure 32. Quality control of the work of putting labels using c control chart

Со анализата на с - контролната карта е утврдено дека не е исполнет првиот услов, па дури четири поединечни вредности се надвор од контролни граници, што значи дека процесот не е во состојба на статистичка контрола, односно е потребно и понатаму да се испита работата на етикетирката и да се преземат одредени корективни мерки.

Врз основа на добиените резултати и анализа на контролните карти се утврдија резултатите за неправилното затворање на шишето со вино со што доаѓа до нарушување на неговиот квалитет, при што клиентите нема да го купуваат и тоа ќе доведе до парични губитоци, а и до пад на рејтингот на компанијата.

Секоја компанија се стреми кон постојано подобрување на квалитетот, а тоа значи задоволување на потребите и очекувањата на клиентите, преку намалување на варијабилноста на сите процеси.

4. КОРИСТЕЊЕ НА СТАТИСТИЧКИТЕ МЕТОДИ ВО ПРОЦЕСОТ НА ДОНЕСУВАЊЕ НА ОДЛУКИ ВО НЕКОИ МАКЕДОНСКИ КОМПАНИИ (ТЕРЕНСКО АНКЕТНО ИСТРАЖУВАЊЕ)

Доброто работење и раководење на една компанија зависи од добро донесените одлуки на менаџерите и вработените. Процесот на донесување на одлуки ќе биде ефикасен доколку се применуваат статистичките методи. Со помош на статистичките методи, користејќи ги информациите и податоците кои се достапни, може да се обработат истите, да се специфицираат модели, контролни карти, кои ќе се оценат и тестираат, а со тоа да се помогне во донесувањето на одлуките.

Токму ова не поттикна да спроведеме истражување во дел од македонските компании, со цел да утврдиме колку се применуваат статистичките методи во донесувањето на одлуките. Истражувањето е вршено во компании од различни дејности и менаџерите се на различна возраст, пол и образование.

Примерокот е случаен и не е репрезентативен. Анкетирани се 40 компании од Р.Македонија.

Предмет на истражувањето е добивање на првична информација колку македонските менаџери донесуваат бизнис одлуки врз база на користење на научно засновани статистички методи со резултати добиени од статистичка анализа, или пак се потпираат на интуиција и прават одредени грешки.

Целта на истражувањето е да се утврди нивото на употреба на статистички методи во македонските компании, во процесот на донесување на одлуки и управување со квалитет.

Главната хипотеза на истражувањето се заснова на тврдењето дека во компаниите генерално се користат едноставни статистички методи, додека напредните статистички методи се користат од страна на компаниите и вработените со одредени карактеристики.

Во процесот на проверување на главната хипотеза, издвоени се и неколку посебни хипотези: Во примената на статистичките методи од страна на менаџерите во компаниите постои разлика во однос на употребата на статистичките методи во зависност од:

- ❖ општите карактеристики на различни компаниите (дејност);
- ❖ менаџери со различни демографски карактеристики (пол, возраст, образование, работно искуство) и
- ❖ на менаџерите со различни карактеристики поврзани со работното место (сектор, работното место и сл.).

Со анализата и обработката на резултатите од анкетата, хипотезите ќе бидат потврдени или отфрлени.

4.1. Методологија на истражување и карактеристики на компаниите

Истражувањето беше спроведено во периодот од 1 јануари до 30 март 2013 година. Во согласност со дефинираниот предмет и цел на истражувањето беше составен анкетниот прашалник. Анкетниот прашалник содржи 21 прашања кои се однесуваат на користењето на статистичките методи во компаниите. Истражувањето беше спроведено по електронски пат и во печатена форма, прашалникот беше испратен на адресата на 100 компании во Македонија. Овие 100 компании беа избрани по случаен избор од базата на податоци од поделни области од Интернет, и прашалникот беше коректно пополнет и доставен од 40 компании

При истражувањето користени се квантитативни и квалитативни методи. Така со квантитативниот пристап е спроведена анкета со менаџерите на компаниите а потоа е направена статистичка обработка на прашалникот.

Додека квалитативниот пристап е применет кај анализа на податоците кои се добиени од прашалникот, во зависност од поделните карактеристики на менаџерите.

Добиените одговори од прашалникот се обработени квантитативно со статистички методи, преку директно средување на податоците и со помош на статистичката апликација со табеларен калкулатор Microsoft Excel. При проверката на хипотезите, применет е Пирсоновиот (Pearson) χ^2 -тест.

Пирсоновиот χ^2 -тест го претставува збирот на квадрирани разлики на испитуваните и очекуваните (теоретски) фреквенции ставен во однос на очекуваните фреквенции и неговата вредност се пресметува со формулата:

$$\chi^2 = \frac{f_i - f_0^2}{f_0}$$

каде:

f_i - се испитувани фреквенции кои се добиени со емпириско истражување;

f_0 - се очекувани (теоретски) фреквенции

Добиените вредности за χ^2 се споредени со табелираните вредности на χ^2 – тестот за соодветен број на степени на слобода и соодветна веројатност, односно праг на значајност, кои биле пресметани од K.Pearson. Најчесто како праг на значајност се користи дозволена грешка (ризик) од $p=0,05$ и $p=0,01$. Во нашето истражување е користено ниво на значајност од 0,05, односно 5%.

Во нашето истражување, фреквенциите се распоредени во три колони и два реда, што значи тестот ќе биде со 2 степени на слобода. Пресметувањето на фреквенциите распоредени во редови и колони, со степени на слобода (n) е со формулата:

$$n = k - 1 \quad r - 1 \quad \text{каде:}$$

n - степени на слобода;

k - број на колони;

r - број на редови.

Табелираната вредност за χ^2 -тестот за 2 степени на слобода и праг на значајност 0,05 е еднаква на 5,991.

Ако добиената вредност на χ^2 е помала од табличната вредност, во тој случај се констатира поврзаност помеѓу истражуваните појави, и сличност на исказите, додека ако добиената (пресметаната) вредност на χ^2 е поголема од табличната вредност, во тој случај тие имат статистичка значајност за истражувањето, односно добиените искази се различни.

Со χ^2 тестот се одредува веројатноста на поврзаност помеѓу две варијабли, а со коефициентот на контингенција (C) се утврдува јачината на поврзаноста помеѓу нив, и тоа со формулата:

$$C = \frac{\sqrt{\chi^2}}{N + \chi^2}$$

каде:

χ^2 - пресметана вредност за χ^2 ;

N - вкупен број на фреквенции.

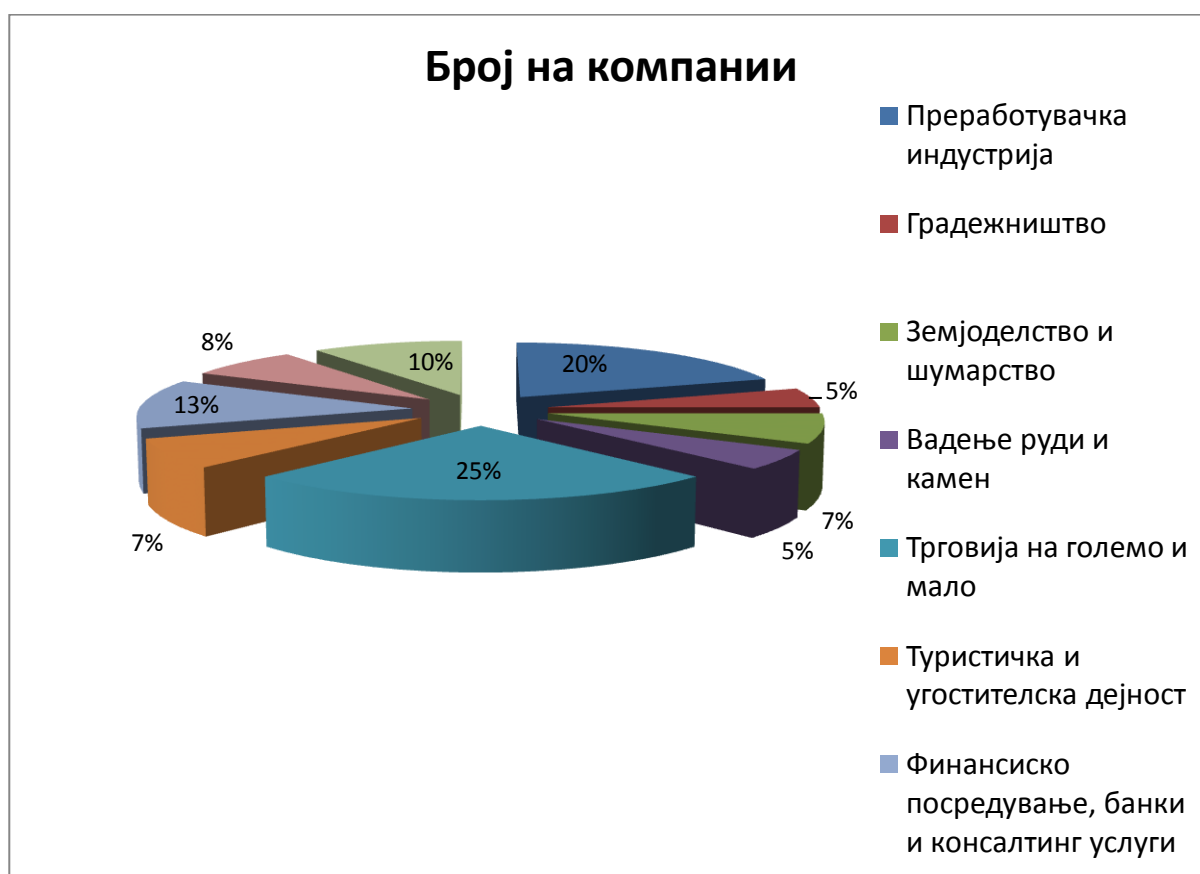
Вредноста на коефициентот на контингенција (C) се движи од 0 до 1, и доколку вредноста е поблиску до 1, зависноста помеѓу испитуваните варијабли е појака. А ако добиената вредност на коефициент е поблиску до 0, тогаш не е толку јака меѓузависноста на варијаблите.

Карактеристики на компаниите во истражувањето

Поголем број на компаниите кои беа анкетирани (Табела 6) се од производство, од трговија на големо и мало, потоа се опфатени и компании од финансиско посредување, во која се вклучени банки, осигурителни компании, како и од градежништво и туристички агенции, додека помал број компании доаѓаат од земјоделството и шумарството, рударството и од нестопанскиот сектор, здравство, образование и др.

Табела 6. Општи карактеристики на компаниите
Table 6. General characteristics of companies

Дејност	Број на компании
Преработувачка индустрија	8
Градежништво	2
Земјоделство и шумарство	3
Вадење руди и камен	2
Трговија на големо и мало	10
Туристичка и угостителска дејност	3
Финансиско посредување, банки и консалтинг услуги	5
Образование и култура	3
Здравство и социјална заштита	4
Вкупно	40



Слика 33. Графички приказ за општите карактеристики на компаниите
Figure 33. Graphical representation of the general characteristics of companies

Од слика 33. се гледа дека 25% од анкетираните компании се од трговија на големо и мало додека најмалку само по 5% од компаниите се од градежништво и рударство.

Карактеристики на менаџерите во истражувањето

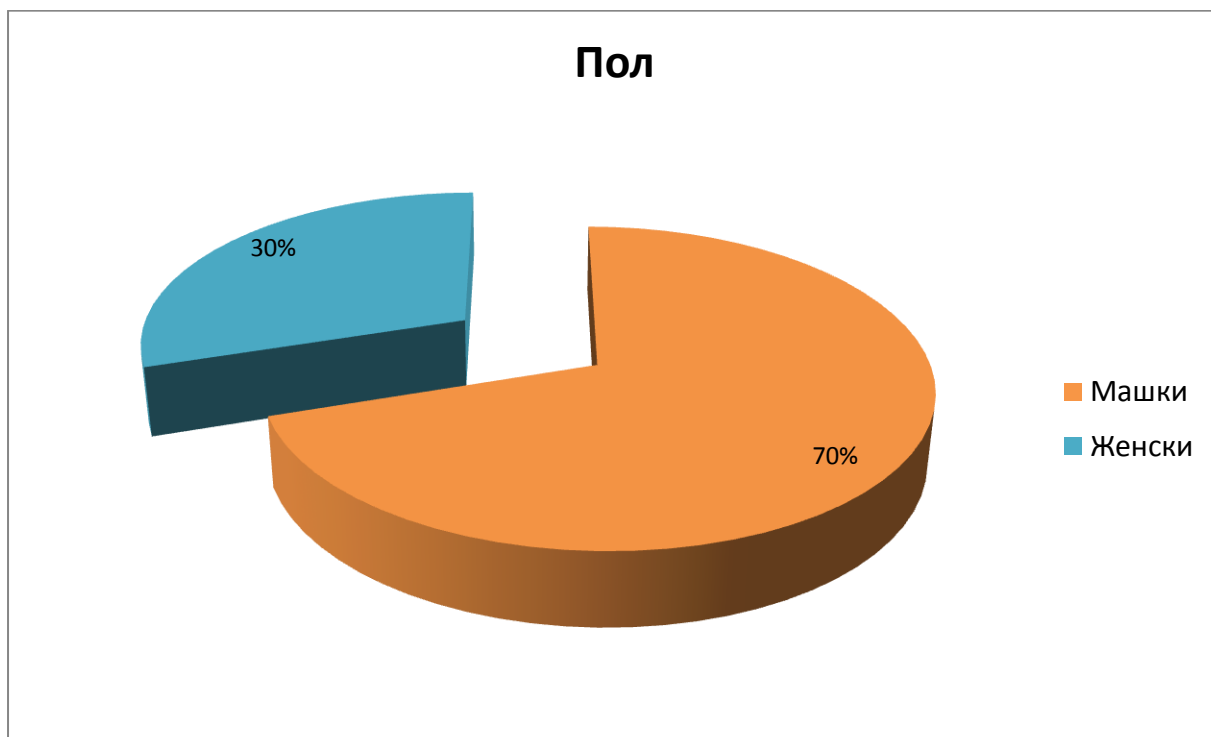
Во овој дел се анализирани вообичаените демографски карактеристики на менаџерите од компаниите: пол, возраст, образование и работно искуство и специфични карактеристики во врска со работата: работното место и секторот каде што тие работат (Табела 7 и Табела 8).

Табела 7. Демографските карактеристики на менаџерите во примерокот
Table 7. Demographic characteristics of managers in the sample

	Број на компании
Пол	
Женски	12
Машки	28
Возраст	
од 20 – 30 г.	8
од 30 – 40 г.	22
од 40 – 50 г.	6
од 50 – 60 г.	4
Образование	
Магистер	4
високо образование	36
Работен стаж	
до 5 год.	16
од 5 г. – 10 г.	14
над 10 год.	10

Повеќето менаџери се мажи, додека една половина од нив се на возраст од 30 - 40 години.

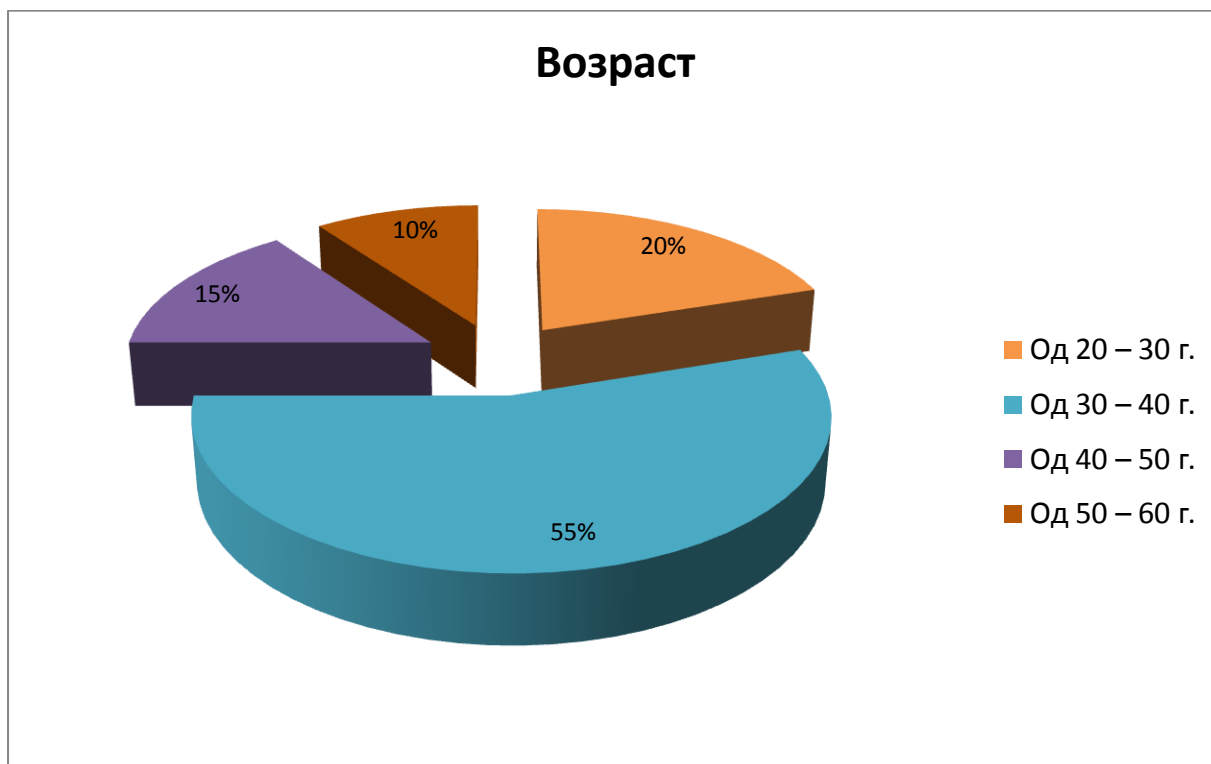
Во однос на степенот на образованието кое го поседуваат испитуваните менаџери, најголем дел од нив се со високо образование, а мал број се стекнале со степен магистер. Работното искуство на менаџерите до 5 години е околу една третина, оние кои се со работен стаж од 5-10 години учествуваат со една третина, додека над 10 години е една четвртина.



Слика 34. Графички приказ за демографските карактеристики на менаџерите во компаниите според полот

Figure 34. Graphical representation of the demographic characteristics of managers in companies by gender

Од слика 34. може да се каже дека најголем дел 70% од испитаните менаџери во компаниите се мажи и 30% од испитаните менаџери се жени.



Слика 35. Графички приказ за демографските карактеристики на менаџерите во компаниите според возраста

Figure 35. Graphical representation of the demographic characteristics of managers in companies by age

Од слика 35. се гледа дека 55% од испитаните менаџери во компаниите се на возраст од 30-40 години и додека само 10% од испитаните менаџери се на возраст од 50-60 години.



Слика 36. Графички приказ за демографските карактеристики на менаџерите во компаниите според образованието

Figure 36. Graphical representation of the demographic characteristics of managers in companies by education

Од слика 36. може да се каже 90% од испитаните менаџери во компаниите се со завршено високо образование и 10% од испитаните менаџери се со завршен степен магистер.



Слика 37. Графички приказ за демографските карактеристики на менаџерите во компаниите според работниот стаж

Figure 37. Graphical representation of the demographic characteristics of managers in companies by work experience

Од слика 37. може да се каже најголем процент и тоа 40% од испитаните менаџери во компаниите се со работен стаж до 5 години а додека 25% од испитаните менаџери се со работен стаж над 10 години.

4.2. Резултати од истражувањето

Користење на статистичките методи во компаниите

Користењето на статистичките методи страна на менаџерите кои се однесуваат на секторот, работно место и број на години на моменталното раководно место е дадено во Табела 8.

Табела 8. Користење на статистичките методи во компаниите од страна на менаџерите кои се однесуваат на секторот, работно место и број на години на моменталното раководно место

Table 8. Using statistical methods in companies by managers relating to the sector, workplace and number of years at current managing position

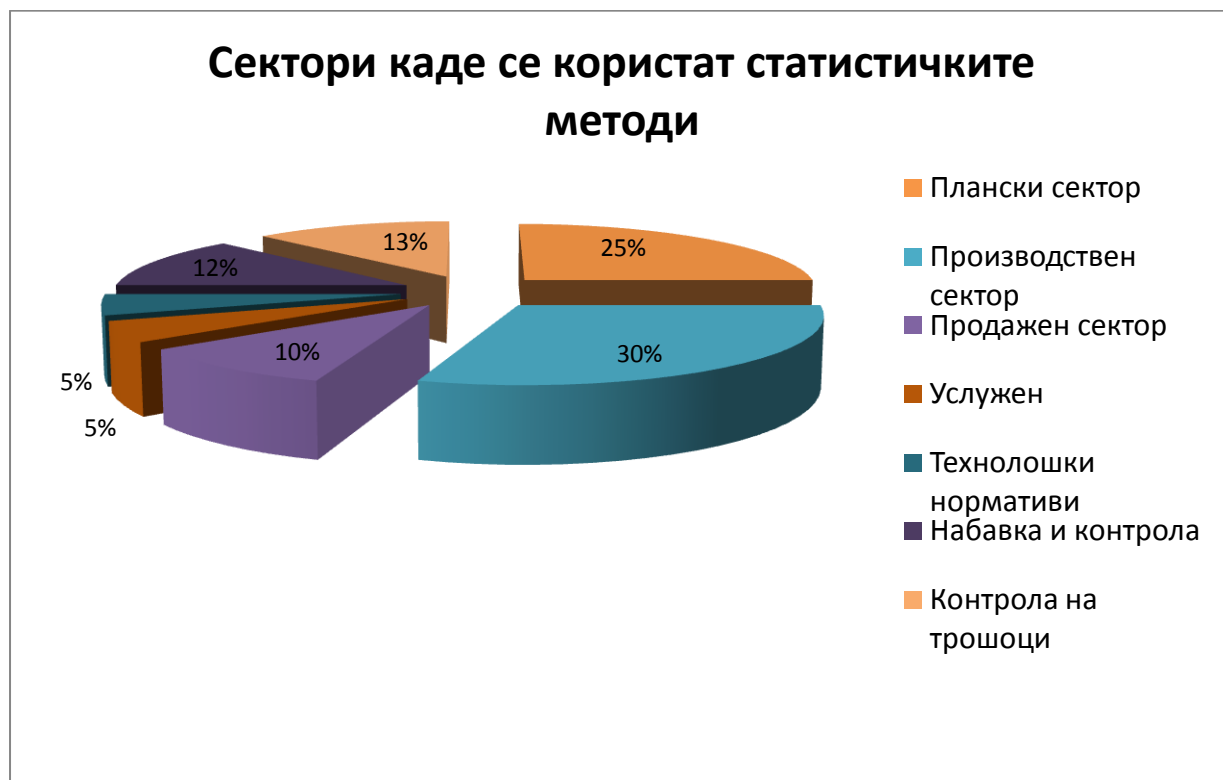
	Број на компании
Сектор каде се користат статистичките методи	
плански сектор	10
производствен сектор	12
продажен сектор	4
услужен сектор	2
технолошки нормативи	2
набавка и контрола	5
контрола на трошоци	5
Работни места каде се користат статистичките методи	10
раководител на финансии	
раководител на маркетинг	5
раководител на план и анализа	15
раководител на производство	10
Број на години на моменталното раководно место	18
до 1 година	
од 1 г. – 2 г.	8
од 2 г. – 5 г.	6
од 5 г. – 10 г.	8
Вкупно	40

Најголемиот број на менаџери работат во производствениот сектор а најмалку во услужниот сектор.

Во врска со работно место на менаџерите во компаниите, најголем е бројот на менаџери на раководно место во планско - аналитичкиот сектор додека најмал е бројот на менаџери на раководно место во маркетингот.

Во однос на бројот на години на моменталното раководно место, најголем е бројот на менаџери со работно искуство до 1 година, а најмал е бројот на менаџери од 2 до 5 години.

Во однос на тоа во кој сектор се користени статистичките методи (Слика38), или сектори во кои најмногу се применуваат статистичките методи се секторите кои традиционално се свртени кон квантитативни методи, како што се план и анализа, продажба, производство и контрола.



Слика 38. Графички приказ за секторите каде најмногу се користат статистички методи

Figure 38. Graphical representation for the section where are mostly used statistical methods

Од слика 38. може да се каже дека:

- ❖ кај 30% од компаниите статистичките методи се користат во производствениот сектор;
- ❖ кај 25% од компаниите статистичките методи се користат во планскиот сектор;
- ❖ кај 13% од компаниите статистичките методи се користат во секторот за контрола на трошоци;
- ❖ кај 12% од компаниите статистичките методи се користат во секторот за набавка и контрола;
- ❖ кај 5% од компаниите статистичките методи се користат во секторот за технолошките нормативи и
- ❖ кај 5% од компаниите статистичките методи се користат во услужниот сектор.

Најголем број на менаџери кои ги користат статистичките методи работат во планска служба, производствениот сектор, набавка и контрола и контрола на трошоци. Работни места (Слика 39), каде најмногу се користат статистички податоци се шефот на план и анализа, на производство и на финансии. Додека помалку често се споменува користењето на статистичките методи од раководителот на маркетинг.



Слика 39. Графички приказ за работните места кои што користат некои од статистичките методи

Figure 39. Graphical representation for the work places where are mostly used some of the statistical methods

Од слика 39. може да се каже дека:

- ❖ кај 38% од компаниите, раководителот на план и анализа ги применува статистичките методи;
- ❖ кај 25% од компаниите, раководителот на финансии ги применува статистичките методи;
- ❖ кај 25% од компаниите, раководителот на производство ги применува статистичките методи и
- ❖ кај 12% од компаниите, раководителот на маркетинг ги применува статистичките методи.



Слика 40. Графички приказ за бројот на години на моменталното раководно место на менаџерите

Figure 40. Graphical representation for number of years at current managing position

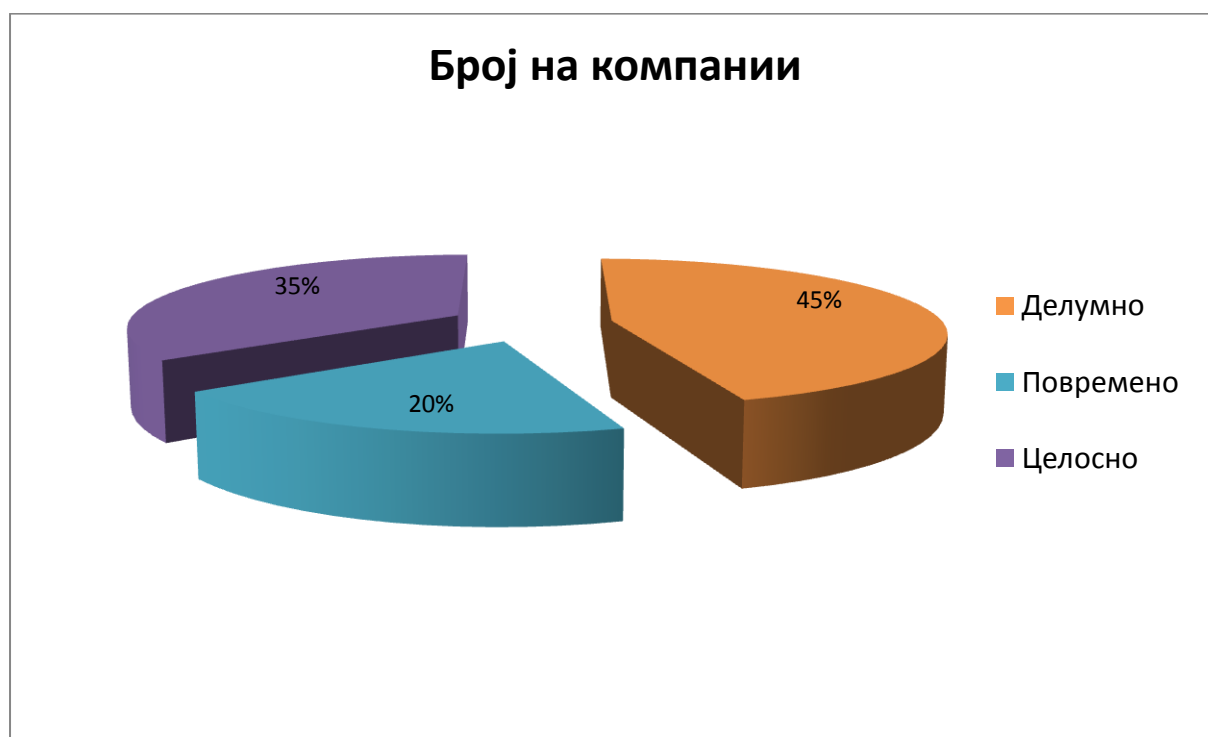
Од слика 40. може да се каже дека:

- ❖ 45% од испитаните менаџери во компаниите се до 1 година на моменталното раководното место;
- ❖ 20% од испитаните менаџери во компаниите се од 1-2 години на моменталното раководното место;
- ❖ 20% од испитаните менаџери во компаниите се 5-10 години на моменталното раководното место и
- ❖ 15% од испитаните менаџери во компаниите се 2-5 години на моменталното раководното место.

Колку се користат статистичките методи во компаниите, повеќето менаџери одговориле дека делумно ги користат статистичките методи, а исто така повеќе од нив целосно ги користат (Табела 9).

Табела 9. Примена и користење на статистички методи
Table 9. Application and use of statistical methods

Примена и користење на статистички методи	Број на компании
Делумно	18
Повремено	8
Целосно	14
Вкупно	40



Слика 41. Графички приказ за примена и користење на статистички методи во компаниите

Figure 41. Graphical representation for application and use of statistical methods in the companies

Од Слика 41 може да се каже дека:

- ❖ 45% од компаниите делумно ги применуваат статистичките методи;
- ❖ 20% од компаниите повремено ги применуваат статистичките методи и
- ❖ 35% од компаниите целосно ги применуваат статистичките методи.

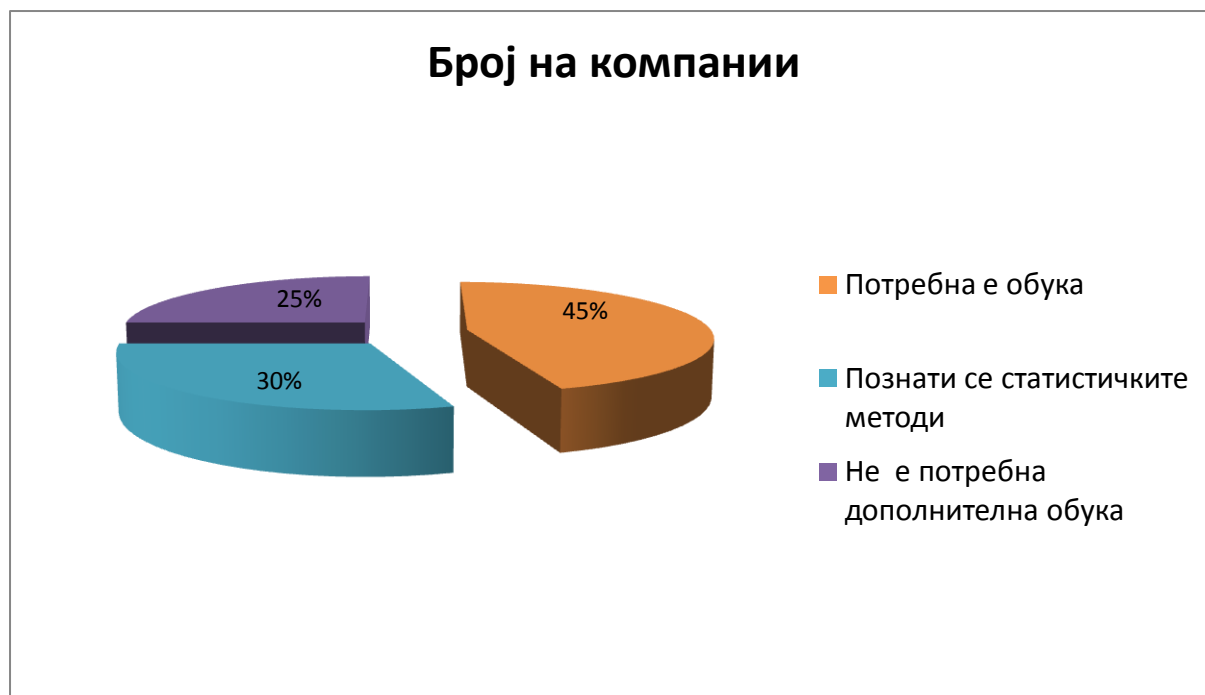
Во однос на статистичкото мислење на менаџерите, повеќе од испитаниците околу 45% (Табела 10.) сметат дека им е потребно дополнително статистичко образование кое ќе им помогне во користењето на статистичките методи во работата при донесување на правилни одлуки. На 30% од испитаниците им се познати статистичките методи, а една четвртина сметаат дека не им е потребно дополнително статистичко образование и обука.

Табела 10. Статистичко мислење на менаџерите за дополнително статистичко образование

Table 10. Statistical thinking of managers for further statistical education

Статистичко мислење на менаџерите за дополнително статистичко образование	Број на компании
Потребна е обука	18
Познати се статистичките методи	12
Не е потребна дополнителна обука	10
Вкупно	40

Исказите на менаџерите за нивното статистичко мислење во однос на тоа дали им е потребно обучување може да се прикажат графички на слика 42.



Слика 42. Графички приказ за статистичкото мислење на менаџерите за дополнително статистичко образование

Figure 42. Graphical representation for statistical thinking of managers for further statistical education

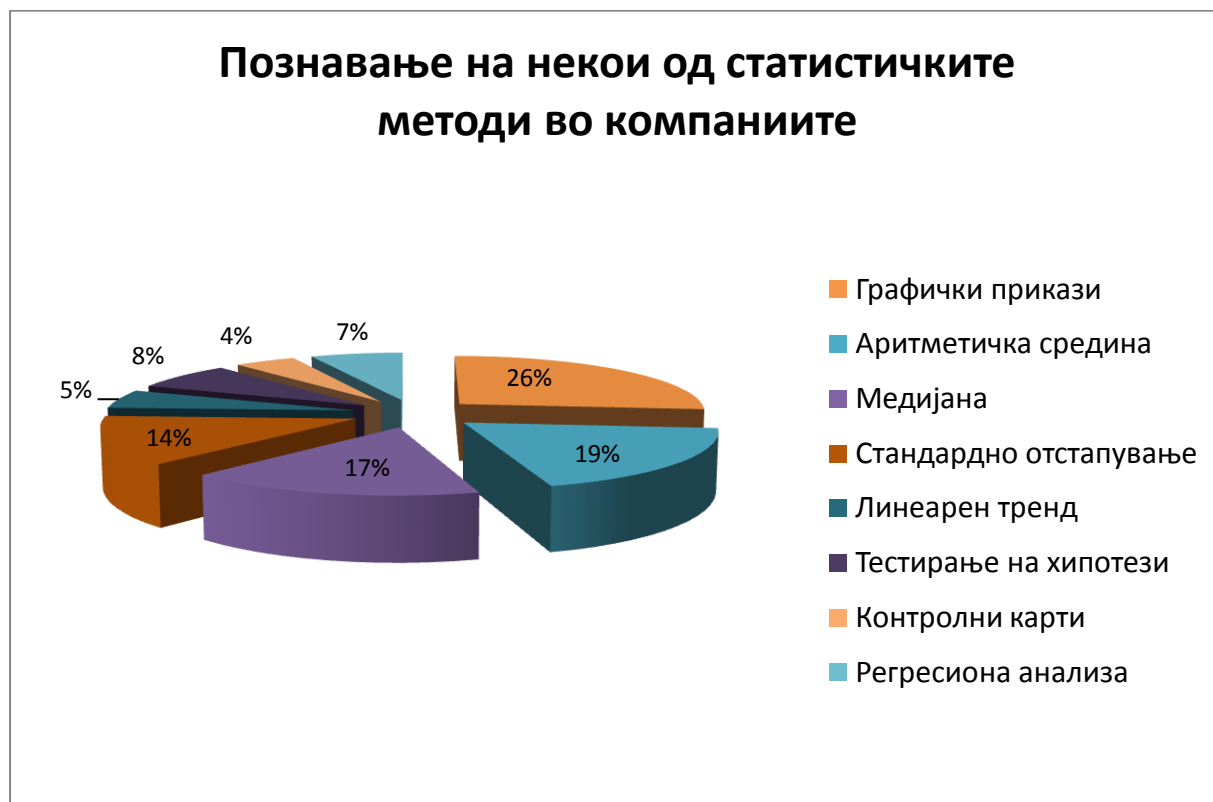
Од слика 42. може да се каже дека:

- ❖ 45% од исказите на менаџерите се дека им е потребна обука;
- ❖ 30% од исказите на менаџерите се дека им се познати статистичките методи и
- ❖ 25% од исказите на менаџерите се дека не им е потребна дополнителна обука.

Испитаниците беа анкетирани кои статистички методи ги познават (Табела 11. и Слика 43.) и користат во нивните компании (Табела 12. Слика 44). Најголемиот број од испитаниците ги познават и користат основни статистички методи - графички прикази, аритметичка средина, медијана и стандардна девијација. Помалку испитаници знаат линеарен тренд, регресиона анализа, тестирање на хипотези и сл.

Табела 11. Познавање на некои од статистичките методи
Table 11. Knowledge on some of the statistical methods

Познавање на некои од статистичките методи	Број на компании
Графички прикази	35
Аритметичка средина	25
Медијана	22
Стандардно отстапување	18
Линеарен тренд	7
Тестирање на хипотеза	10
Контролни карти	6
Регресиона анализа	9



Слика 43. Графички приказ за познавање на некои од статистичките методи во компаниите

Figure 43. Graphical representation for knowledge on some of the statistical methods in companies

Од слика 43. може да се каже дека:

- ❖ 26% од компаниите ги познаваат графички прикази;
- ❖ 19% од компаниите ја познаваат аритметичката средина;
- ❖ 17% од компаниите ја познаваат медијаната;
- ❖ 14% од компаниите го познаваат стандардното отстапување;
- ❖ 8% од компаниите го познаваат тестирање на хипотези;
- ❖ 7% од компаниите ја познаваат регресиската анализа;
- ❖ 5% од компаниите го познаваат линеарен тренд и
- ❖ 4% од компаниите ги познаваат контролните карти.

Табела 12. Користење на некои од статистичките методи
Table 12. Using on some of the statistical methods

Користење на некои од статистичките методи	Број на компании
Графички прикази	25
Аритметичка средина	15
Медијана	11
Стандардно отстапување	9
Тестирање на хипотеза	8
Линеарен тренд	5
Контролни карти	5
Регресиона анализа	6



Слика 44. Графички приказ за користење на некои од статистичките методи во компаниите

Figure 44. Graphical representation for using on some of the statistical methods in companies

Од слика 44. може да се каже дека:

- ❖ 30% од компаниите ги познаваат графички прикази;
- ❖ 18% од компаниите ја познаваат аритметичката средина;
- ❖ 13% од компаниите ја познаваат медијаната;
- ❖ 11% од компаниите го познаваат стандардното отстапување;
- ❖ 9% од компаниите го познаваат линеарен тренд;
- ❖ 7% од компаниите ја познаваат регресиската анализа;
- ❖ 6% од компаниите го познаваат тестирање на хипотези и
- ❖ 6% од компаниите ги познаваат контролните карти.

За потребите на истражувањето статистичките методи се поделени на основни и напредни методи:

- ❖ основни статистички методи: графички прикази, аритметичка средина, медијана, стандардно отстапување,
- ❖ напредни статистички методи: линеарен тренд, тестирање на хипотеза, контролни карти, шест сигма и регресиона анализа.

Табела 13. Користење на основни и напредни статистички методи во компаниите

Table 13. Using of basic and advanced statistical methods in companies

Користење на основни и напредни статистички методи	Број на компании
Основни методи	23
Основни и напредни методи	8
Не користат ниту еден метод	9



Слика 45. Графички приказ за користење на основни и напредни статистички методи во компаниите

Figure 45. Graphical representation for using of basic and advanced statistical methods in companies

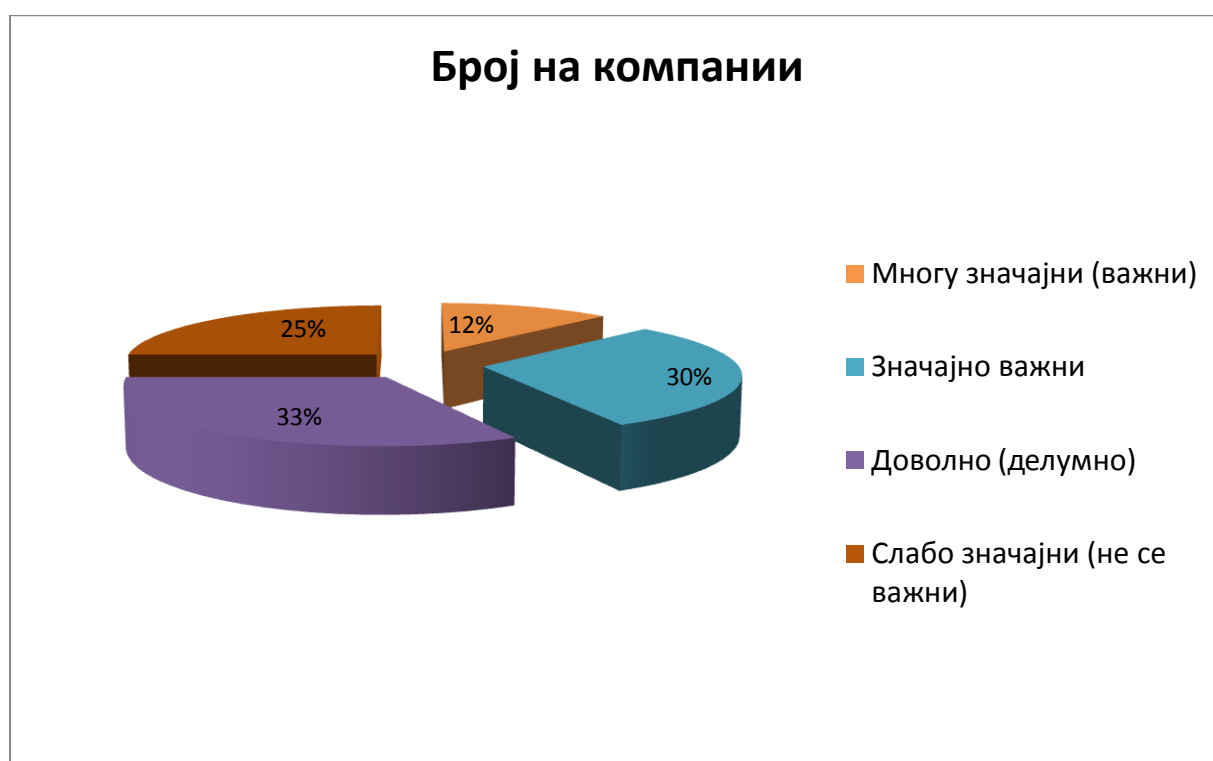
Од табеларниот и графички приказ (табела 13. и слика 45.) се гледа дека основните статистички методи се применуваат и користат кај 57% од компаниите, основните и напредни статистички методи во 20% од компаниите, додека 23% од компаниите не користат ниту еден статистички метод.

Во врска со тоа дали се важни статистички методи во вршење на нивната работа при донесувањето на одлуки, односно какво е статистичкото мислење на менаџерите за значајноста на статистичките методи во нивните компании, добиените резултати се прикажани во Табела 14. и Слика 46.

Табела 14. Статистичкото мислење на менаџерите за степенот на значајност на статистичките методи и техники при донесувањето на одлуки во компанијата

Table 14. Statistical thinking of managers about the degree of significance of statistical methods and techniques for decision making in the company

Статистичкото мислење на менаџерите за степенот на значајност на статистичките методи и техники при донесувањето на одлуки во компанијата	Број на компании
Многу значајни (важни)	5
Значајно важни	12
Доволно (делумно)	13
Слабо значајни (не се важни)	10
Вкупно	40



Слика 46. Графички приказ за степенот на значајност на статистичките методи и техники при донесувањето на одлуки во компанијата

Figure 46. Graphical representation about the degree of significance of statistical methods and techniques for decision making in the company

Од табеларниот и графички приказ (табела 14. и слика 46.) се гледа дека исказите на менаџерите во однос на степенот на значајност на статистичките методи и техники се дека 33% се делумно значајни при донесувањето на одлуки во работењето на компаниите, 30% значајно важни, 25% слабо значајни и 12% многу значајни—важни во нивното работење.

Во врска со користењето на статистичките методи во однос на дејноста на компанијата поставени се следниве хипотези:

H_0 : Не постои статистичко значајно влијание на видот на дејноста на компанијата на примената на статистичките методи во компанијата.

H_1 : (Алтернативна) Постои статистичко значајно влијание на видот на дејноста на компанијата на примената на статистичките методи во компанијата

Добиените резултати се претставени во Табела 15. и Слика 47.

Статистичките методи повеќе се користат во производствените компаниите, во однос на услужните компаниите.

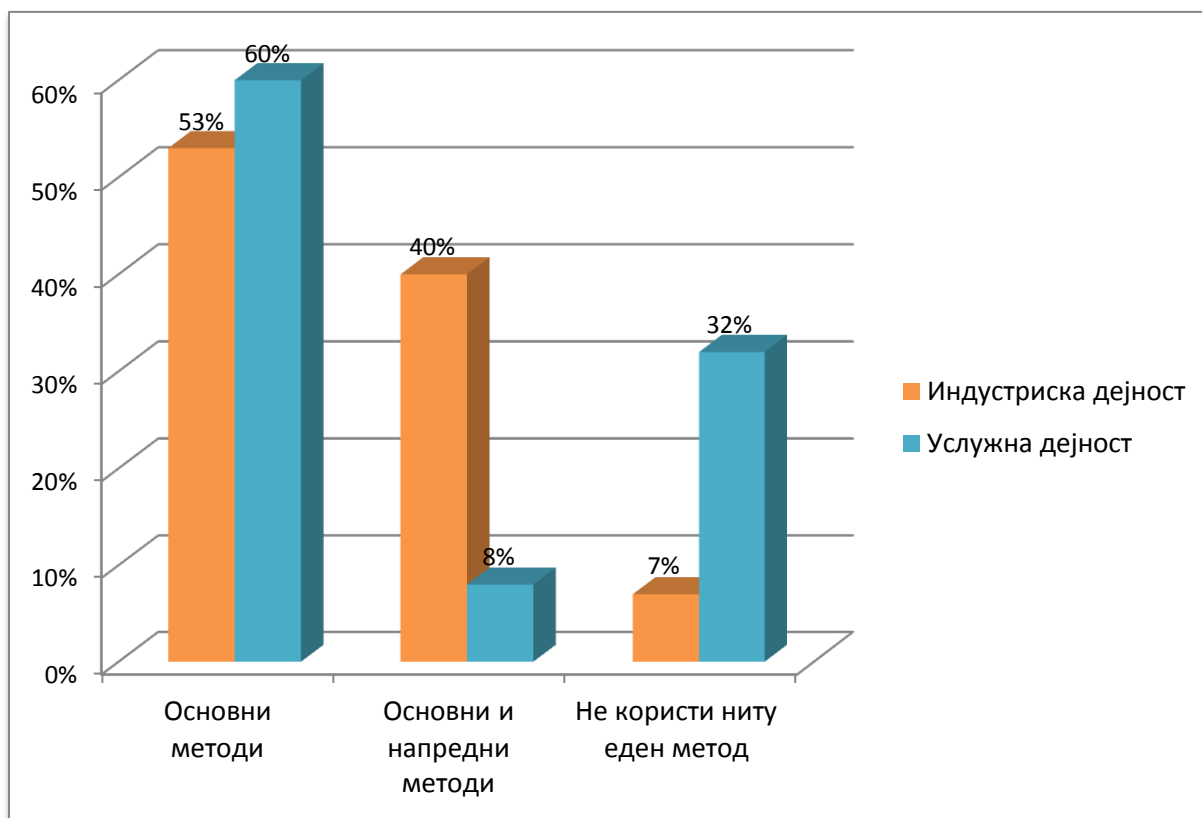
Табела 15. Користење на статистичките методи во однос на дејноста на компаниите

Table 15. Using of statistical methods in relation to the activities of the company

Дејност	Основни методи	Основни и напредни методи	Не користи ниту еден метод	Вкупно
Индустриска	8	6	1	15
Услужна	15	2	8	25
Вкупно	23	8	9	40

Од добиените резултати од Табела 15. се гледа дека повеќе статистичките методи ги користат индустриските компании во споредба со услужните. Многу мал е бројот на индустриски компании кои не користат статистички методи, додека бројот на услужни компании кои не користат ниту еден статистички метод е поголем. Основни и напредни методи индустриските компании користат приближно исто како и основни методи, во споредба со услужните компании кои ги користат многу малку. Услужните компаниите најмногу ги користат основните статистички методи.

Добиените резултати може да се прикажат и графички на следната слика 47:



Слика 47. Графички приказ за користење на статистичките методи во однос на дејноста на компаниите

Figure 47. Graphical representation for using of statistical methods in relation to the activities of the company

Од слика 47. се гледа дека 53% од индустриските компаниите ги користат основните статистички методи, 40% од нив ги користат основните и напредните статистички методи и само 7% од нив не користат ниту еден метод. Додека кај услужните компаниите основните статистички методи се користат во 60% од компаниите, 32% од нив не користат ниту еден метод и само 8% ги користат основните и напредните статистички методи.

Направени се потребните пресметки и се добиени следниве вредности за χ^2 :

Табела 16. Пресметка на χ^2 вредноста за користење на статистичките методи во однос на дејноста на компанијата
Table 16. Calculating of χ^2 value using statistical methods in relation to the activities of the company

f_1	f_0	$f_1 - f_0$	$(f_1 - f_0)^2$	$(f_1 - f_0)^2 / f_0$
8	9	-1	0	0,045
15	14	1	0	0,027
6	3	3	9	3,000
2	5	-1	9	1,800
1	3	-3	6	1,671
8	6	2	6	1,003
				$\chi^2 = 7,55$

$$\chi^2_{0,05} = 5,991$$

$$\chi^2 = 7,55$$

$$\chi^2 > \chi^2_{0,05}$$

Добиената вредност на χ^2 изнесува 7,55 е поголема од табличната вредност од 5.991, со 2 степени на слобода и ниво на значајност $p=0,05$. Ова значи дека се отфрла точноста на хипотезата H_0 и се потврдува алтернативната хипотеза дека постои **статистичко значајно влијание на видот на дејноста на компанијата на примената на статистичките методи во компанијата.**

Овие резултати се очекувани знаејќи дека индустриските компании имаат поголема потреба за користење на статистичките методи, поради нивната значајната улога во контрола на квалитетот.

Во врска со користењето на статистичките методи во однос на демографските карактеристиките на менаџерите се поставени следниве хипотези:

H_0 : Не постои статистичко значајно влијание на полот / возраста / степенот на образование на менаџерите на примената на статистичките методи во компанијата.

H_1 : Постои статистичко значајно влијание на полот / возраста / степенот на образование на менаџерите на примената на статистичките методи во компанијата.

H_0 : Не постои статистичко значајно влијание на работниот стаж / бројот на години на моментално раководно место на менаџерите на примената на статистичките методи во компанијата.

H_1 : Постои статистичко значајно влијание на работниот стаж / бројот на години на моментално раководно на менаџерите на примената на статистичките методи во компанијата.

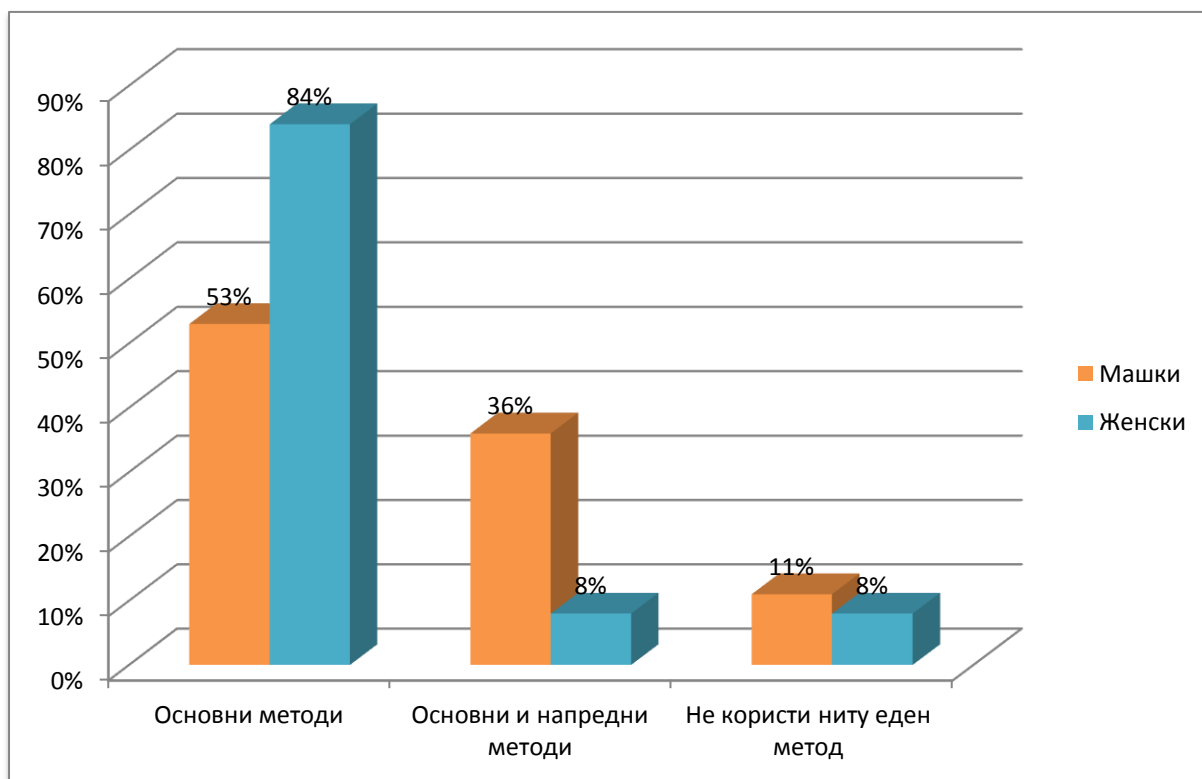
Добиените изкази од испитаните менаџери во однос на ова прашање се прикажани во Табела 17.

Табела 17. Користење на статистичките методи во однос на карактеристиките на менаџерите

Table 17. Using statistical methods in terms of characteristics of managers

	Основни методи	Основни и напредни методи	Не користи ниту еден метод	Вкупно
Пол	15	10	3	28
Машки				
Женски	10	1	1	12
Вкупно	25	11	4	40
Возраст	10	15	5	30
Од 20-40 г.				
Од 40-60 г.	8	1	1	10
Вкупно	18	16	6	40
Образование	1	3	0	4
Магистри				
Високо образование	18	7	11	36
Вкупно	19	10	11	40
Работен стаж	9	6	1	16
До 5 години				
Над 5 години	15	2	7	24
Вкупно	24	8	8	40
Број на години на моментално раководно место	10	10	6	26
До 2 години				
Од 2-10 години	11	3	0	14
Вкупно	21	13	6	40

Од добиените искази од испитаните менаџери во однос на тоа колку се користат статистичките методи во однос на полот се прикажани графички на слика 48.



Слика 48. Графички приказ за користење на статистичките методи во однос на полот на менаџерите

Figure 48. Graphical representation for using statistical methods in terms of the half of managers

Од слика 48. се гледа дека 53% од машкиот пол на менаџерите ги користат основните статистички методи, 36% од нив ги користат основните и напредните статистички методи и само 11% од нив не користат ниту еден метод. Додека кај женскиот пол на менаџерите, основните статистички методи ги користат 84%, 8% од нив ги користат основните и напредните статистички методи и 8% не користат ниту еден метод.

Направени се потребните пресметки и се добиени следниве вредности за χ^2 и коефициентот на контингенција:

Табела 18. Пресметка на χ^2 вредноста за користење на статистичките методи во однос на полот на менаџерите

Table 18. Calculating of χ^2 value using statistical methods in relation to the half of managers

f_1	f_0	$f_1 - f_0$	$(f_1 - f_0)^2$	$(f_1 - f_0)^2 / f_0$
15	18	-3	6	0,357
10	8	3	6	0,833
10	8	2	5	0,687
1	3	-2	5	1,603
3	3	0	0	0,014
1	1	0	0	0,033
				$\chi^2 = 3,53$

$$\chi^2_{0,05} = 5,991$$

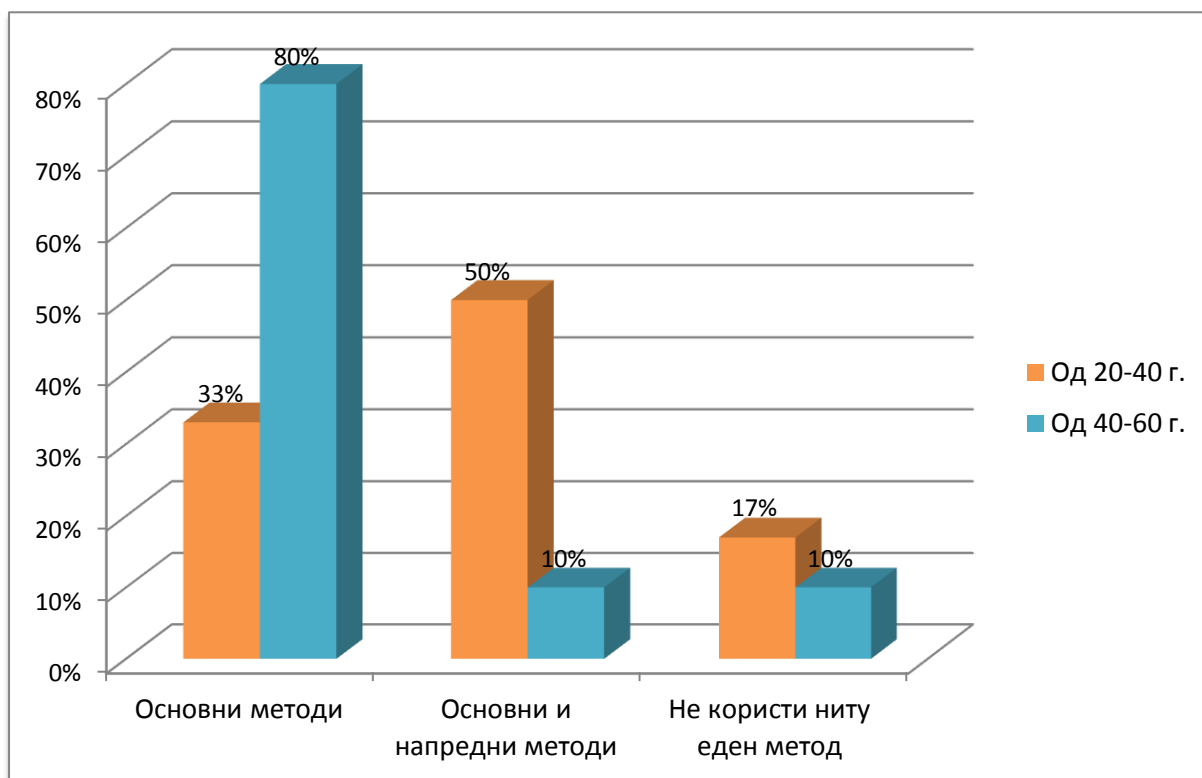
$$\chi^2 = 3,53$$

$$\chi^2 < \chi^2_{0,05}$$

$$C = 0,28$$

Според резултатите од истражувањето демографската карактеристика на менаџерите (полот) нема значајно влијание на користење на статистичките методи. Добиената вредност на $\chi^2 = 3,53$ и р-вредност=0,05, со ниво на значајност или дозволена грешка од 5% покажува дека **не постои статистички значајно влијание помеѓу користењето на статистичките методи и полот на менаџерите**, т.е. потврдена е H_0 хипотезата. Потврда на оваа констатација е и добиената вредност на коефициентот на контингенција C , кој изнесува 0,28 и покажува дека меѓузависниот модалитет на испитуваните варијабли е многу слаб.

Од добиените искази од испитаните менаџери во однос на тоа колку се користат статистичките методи во однос на возраста се прикажани графички на слика 49.



Слика 49. Графички приказ за користење на статистичките методи во однос на возраста на менаџерите

Figure 49. Graphical representation for using statistical methods in terms of the age of managers

Од слика 49. се гледа дека 50% од менаџерите на возраст од 20 – 40 години ги користат основните и напредните статистички методи, 33% од нив ги користат основните статистички методи и само 17% не користат ниту еден метод. Додека кај менаџерите на возраст од 40 – 60 години, основните статистички методи ги користат 80%, 10% од нив ги користат основните и напредните статистички методи и 10% не користат ниту еден метод.

Табела 19. Пресметка на χ^2 вредноста за користење на статистичките методи во однос на возраста на менаџерите

Table 19. Calculating of χ^2 value using statistical methods in relation to the ages of managers

f_1	f_0	$f_1 - f_0$	$(f_1 - f_0)^2$	$(f_1 - f_0)^2 / f_0$
10	14	-4	13	0,976
11	7	4	13	1,813
10	8	2	2	0,284
3	5	-2	2	0,528
6	4	2	4	1,131
0	2	-2	4	2,100
				$\chi^2 = 6,83$

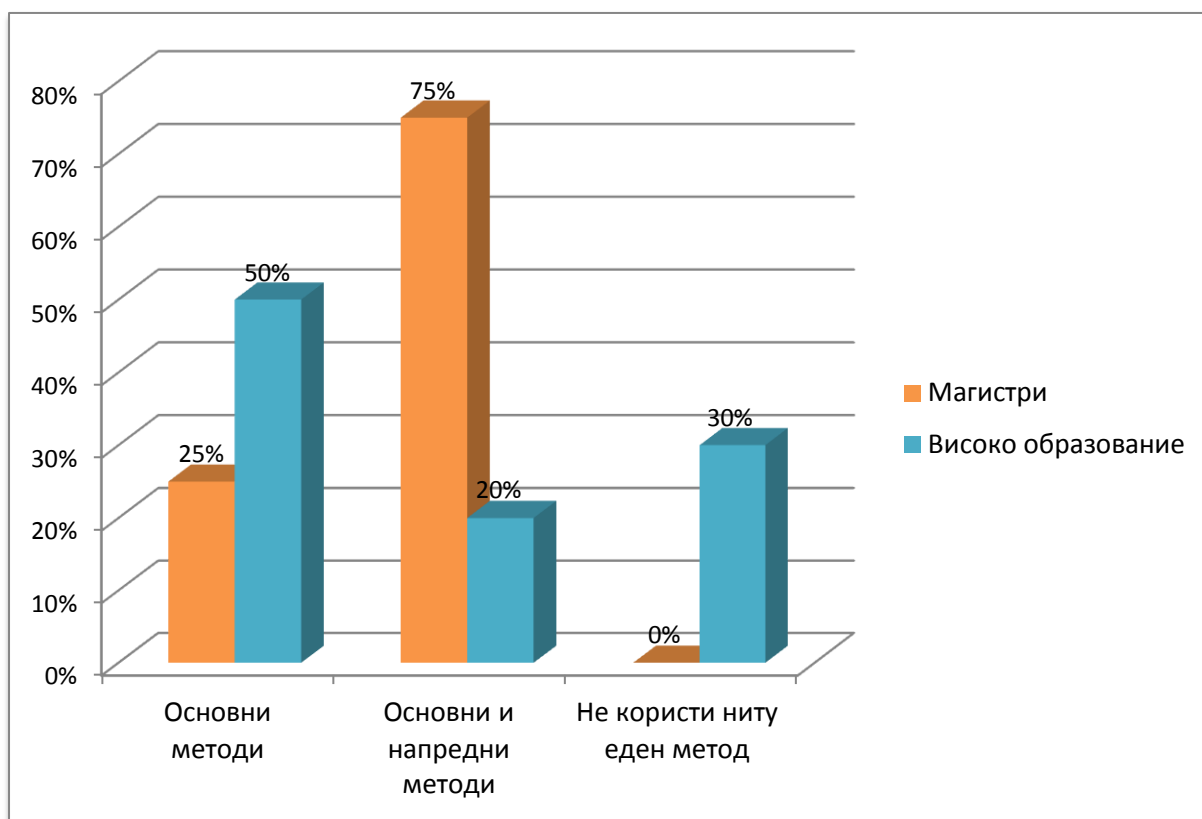
$$\chi^2_{0,05} = 5,991$$

$$\chi^2 = 6,83$$

$$\chi^2 > \chi^2_{0,05}$$

Во однос на возраста на менаџерите кои користат статистички методи е добиена вредност на $\chi^2=6,83$ и p -вредност=0,05, со ниво на значајност од 5%. Вредноста која е добиена е поголема од табличната вредност $\chi^2=5,991$ и ни покажува дека со отфрла нултата хипотеза H_0 и се прифаќа алтернативната хипотеза H_1 според која постои статистичко значајно влијание на демографските карактеристиките на менаџерите (возраста) на примената на статистичките методи во компанијата.

Во однос на степенот на образование на менаџерите кои користат статистички методи е дадена слика 50.



Слика 50. Графички приказ за користење на статистичките методи во однос на степенот на образование на менаџерите

Figure 50. Graphical representation for using statistical methods in terms of degree of education of managers

Од слика 50. се гледа дека 75% од менаџерите со завршени магистерски студии ги користат основните и напредните статистички методи, 25% од нив ги користат основните статистички методи и воопшто не користат ниту еден метод (0%). Додека кај менаџерите со завршено високо образование, основните статистички методи ги користат 50%, 20% од нив ги користат основните и напредните статистички методи и 30% не користат ниту еден метод.

Табела 20. Пресметка на χ^2 вредноста за користење на статистичките методи во однос на на степенот на образование на менаџерите

Table 20. Calculating of χ^2 value using statistical methods in relation to the degree of education of managers

f_1	f_0	$f_1 - f_0$	$(f_1 - f_0)^2$	$(f_1 - f_0)^2 / f_0$
1	2	-1	1	0,426
18	17	1	1	0,047
3	1	2	4	4,000
7	9	-2	4	0,444
0	1	-1	1	1,100
11	10	1	1	0,122
				$\chi^2 = 6,14$

$$\chi^2_{0,05} = 5,991$$

$$\chi^2 = 6,14$$

$$\chi^2 > \chi^2_{0,05}$$

Според добиените резултати за примената на статистичките методи во однос на степенот на образование на менаџерите е добиена вредност на $\chi^2=6,14$ и p -вредност=0,05 со ниво на значајност 5% и два степени на слобода.

Добиената вредност на χ^2 е поголема од табличната вредност 5,991, па може да се заклучи дека се отфрла нултата хипотеза и се прифаќа алтернативната т.е видот на образование дали менаџерите (високо образование, магистер..) има статистичко значајно влијание на примената на статистичките методи во компаниите.

Добиените искази од испитаните менаџери за примената на статистичките методи во зависност од работниот стаж се прикажани графички на слика 51.



Слика 51. Графички приказ за користење на статистичките методи во однос на работниот стаж на менаџерите

Figure 51. Graphical representation for using statistical methods in terms of work experience of managers

Од слика 51. се гледа дека 56% од менаџерите со работен стаж до 5 години ги користат основните статистички методи, 38% од нив ги користат основните и напредните статистички методи и само 6% не користат ниту еден метод. Додека кај менаџерите со работен стаж над 5 години, основните статистички методи ги користат 63%, 29% од нив не користат ниту еден метод и 8% ги користат основните и напредните статистички методи.

Табела 21. Пресметка на χ^2 вредноста за користење на статистичките методи во однос на работниот стаж на менаџерите

Table 21. Calculating of χ^2 value using statistical methods in relation to work experience of managers

f_1	f_0	$f_1 - f_0$	$(f_1 - f_0)^2$	$(f_1 - f_0)^2 / f_0$
9	10	-1	0	0,038
15	14	1	0	0,025
6	3	3	8	2,450
2	5	-3	8	1,633
1	3	-2	5	1,513
7	5	2	5	1,008
				$\chi^2 = 6,67$

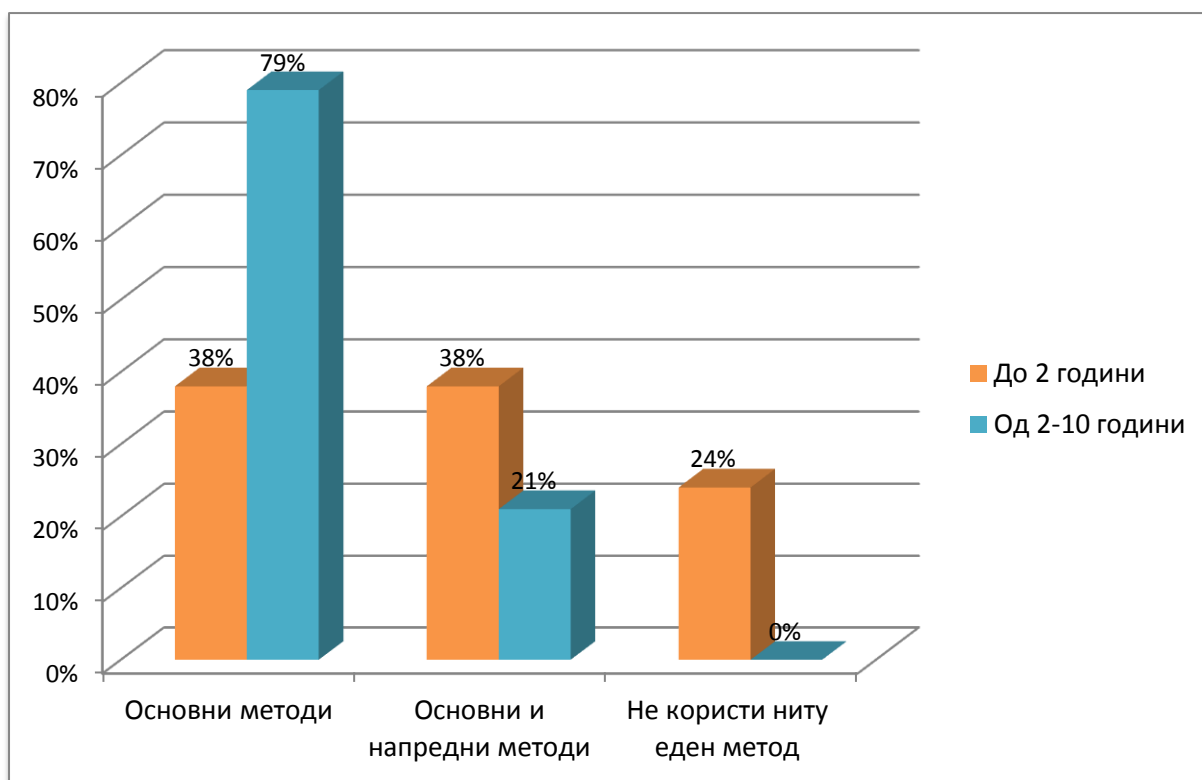
$$\chi^2_{0,05} = 5,991$$

$$\chi^2 = 6,67$$

$$\chi^2 > \chi^2_{0,05}$$

За примената на статистичките методи во зависност од работното искуство на менаџерите е добиена вредност на $\chi^2 = 6,67$ која е поголема од табличната вредност на χ^2 , и р-вредност=0,05 (ниво на значајност од 5%). Заклучуваме дека се отфрла нултата хипотеза, односно работното искуство на менаџерите има статистичко значајно влијание на примената на статистичките методи во компаниите. *Битно е да се забележи потврдата на очекувањето дека примената на статистичките методи во компаниите е поголемо кај вработените со помал работен стаж што веројатно се должи и на осовременувањето на програмите за едукација на инженерските и кадрите од економските науки со елементи на примена на ИКТ и статистика/теорија на одлучување во контролата и управувањето со процесите, на универзитетите.*

Од добиените искази од испитаните менаџери за примената на статистичките методи во зависност од работниот стаж на моменталното раководно место во компанијата се прикажани графички на слика 52.



Слика 52. Графички приказ за користење на статистичките методи во однос на степенот на работниот стаж на моментално раководно место на менаџерите.
Figure 52. Graphical representation for using statistical methods in terms of degree of work experience at current managing position of managers

Од слика 52. се гледа дека 38% од менаџерите со работен стаж на моментално раководно место до 2 години ги користат основните статистички методи, 38% од нив ги користат основните и напредните статистички методи и 24% не користат ниту еден метод. Додека кај менаџерите со работен стаж на моментално раководно место од 2–10 години, основните статистички методи ги користат 79%, 21% ги користат основните и напредните статистички методи и воопшто не користат ниту еден метод (0%).

Табела 22. Пресметка на χ^2 вредноста за користење на статистичките методи во однос на моментално раководно место на менаџерите
 Table 22. Calculating of χ^2 value using statistical methods in relation to the currently managing the site managers

f_1	f_0	$f_1 - f_0$	$(f_1 - f_0)^2$	$(f_1 - f_0)^2 / f_0$
10	14	-4	13	0,976
11	7	4	13	1,813
10	8	2	2	0,284
3	5	-2	2	0,528
6	4	2	4	1,131
0	2	-2	4	2,100
				$\chi^2 = 6,83$

$$\chi^2_{0,05} = 5,991$$

$$\chi^2 = 6,83$$

$$\chi^2 > \chi^2_{0,05}$$

Карактеристики на менаџерите кои се однесуваат на работниот стаж на моменталното раководно место, имаат значително влијание врз употреба на статистички методи. Менаџерите кои се на моменталната раководна позиција до 2 години, повеќе употребуваат основни и напредни статистички методи, додека оние кои се на таа позиција повеќе од 2 години помалку ги користат статистичките методи. Со ниво на значајност од 5%, или p -вредност=0,05 е добиена вредност на χ^2 тестот од 6,83 која покажува дека **постои статистичка зависност** меѓу употребата статистички методи и работниот стаж на моменталното раководно место на анкетираните менаџери.

Оттука може да се заклучи дека се прифаќа алтернативната хипотеза, дека работниот стаж на моментално раководно место на менаџерите има статистичко значајно влијание на примената на статистичките методи во компаниите.

Интересно е да се забележи дека менаџерите со подолго работно искуство како менаџери повеќе користат основни статистички методи за разлика од менаџерите со помало работно искуство на раководна позиција.

Во однос на користењето на статистички софтвер во нивното работење, менаџерите најмногу користат Excel. Додека останатите софтвери кои се наведени во прашалникот, како SAS, SPSS, Statistika и Mintab не ги користат, затоа што им е потребно дополнителна обука за статистичките методи и статистички програми.

На прашањето за нивното статистичко мислење за придобивката од имплементацијата на статистичките методи и техники во нивната компанија (табела 23) голем број околу 60% од нив одговорија дека тоа претставува зголемување на квалитетот на производот. Додека 45% од нив дека воведувањето на статистичките методи ќе допринесат за подобрување на контролата на менаџерот, 55% од менаџерите во компаниите одговорија дека ќе се зголеми ефикасноста на процесот. Тоа подразбира дека примената на статистичките методи ќе допринесат, односно ќе им помогнат на менаџерите за донесување на правилни одлуки врз основа на факти. Донесувањето на правилни одлуки од страна на менаџерите бара да поседуваат основни познавања за статистичките методи како и статистичко мислење.

Табела 23. Статистичко мислење на менаџерите во однос на придобивката од имплементација на статистичките методи и техники во компанијата

Table 23. Statistical thinking of managers in terms of the benefits of implementing the statistical methods and techniques in the company

	Зголемување на квалитетот на производот	Подобрување на контролата на менаџерот	Зголемување на ефикасноста на процесот
Број на компании	60%	45%	55%

Како вообичаени причини за (не)воведување и (не)користење на статистичките методи и техники ги наведуваат високата цена на имплементација, времето потребно за воведување како и недостатокот од знаење. *Заради тоа на менаџерите им е потребно дополнително статистичко образование и обука.*

Со ова теренско истражување се покажа дека повеќето менаџери ги познаваат статистичките методи, но генерално се користат основните статистички методи (дескриптивната статистика). Статистичките методи повеќе се користат во производствените компании, во однос на услужните компаниите. Индустриските компании ги користат и основните и напредни статистичките методи, додека услужните компании повеќе ги користат основните статистичките методи. Некои од менаџерите сметаат дека статистичките методи се важни, а други делумно важни за нивната работа во донесување на одлуки.

Кај испитувањето дали постои статистичка значајност на користењето на статистички методи во однос на возраста на менаџерите, нивото на образование и работно искуство, се потврди хипотезата дека постои таа статистичка значајност. Во однос на статистичките софтвери менаџерите најчесто користат Excel во нивната работа.

Сектори во кои најмногу се користат статистичките методи во компаниите се секторот за план и анализа, производствениот, а помалку услужниот сектор и секторот за набавка и контрола. Како клучен фактор за успешно воведување на статистичките методи повеќе менаџери сметат дека е потребна обука како и софтвер за статистичка обработка на добиените податоци. Мислењето на поголем дел од менаџерите е дека со воведувањето на статистичките методи ќе се зголеми квалитетот на производството, како и контролата на процесот на работата, зголемување на ефикасноста на процесот, а сето тоа ќе помогне во донесувањето на правилни одлуки во работењето.

Иако ова истражување е од помал обем и е направено на нерепрезентативен примерок, сепак дава некои интересни одговори и детектира некои состојби во македонските компании кои во наредните периоди треба да се надминат, особено во делот на обуката и едукацијата на менаџерските кадри во делот на примената на статистичките методи во процесот на донесување на одлуки базирани на искуство.

ЗАКЛУЧОК , ПРЕПОРАКИ И ПРЕДИЗВИЦИ

Методите на статистичка контрола на квалитетот сè повеќе се наметнуваат во компаниите како помош и поддршка во управувањето со квалитетот. За да бидат конкурентни на пазарот, компаниите ќе мора да почнат да ги користат во поголема мера статистички методи за контрола на квалитетот во нивното работење. Користењето на статистичките методи, ако се врши со разбирање, им помага на менаџерите во донесувањето на исправни бизнис одлуки.

Одлучувањето е процес со кој менаџерите реагираат на можностите и заканите со кои се соочуваат, преку анализирање и донесување на решенија, или одлуки. Добрите одлуки резултираат со селектирање на адекватни цели и правци на акција, кои го зголемуваат организациското извршување, додека лошите одлуки резултираат во послабо извршување. Менаџерите секогаш бараат начини да донесат подобри одлуки за подобрување на организациското извршување.

Современите методи на управување, менаџерите не може да ги применуваат без знаење на статистичкото мислење. Статистичкото мислење им помага на менаџерите подобро да се снајдат во работењето и на тој начин да се постигнат најдобри резултати за компанијата како и за лична кариера.

Статистичкото мислење се заснова на три основни принципи и тоа: дека во компанијата, бизнисот се состои од поврзани процеси, во сите процеси постојат варијации и како клучни за успехот на бизнисот се разбирање и намалување на варијации. Оние кои „мислат статистички“ воедно и разбираат дека секаде околу нас постојат варијации и тие варијации се главните „непријатели“ на квалитет.

Контролните карти даваат објективни информации за состојбата на квалитетот на процесот. Поради тоа, користењето на овој статистички метод и придобивките од него беа предмет на емпириското истражување во магистерскиот труд.

Примената на контролните карти претставува постапка која бара стручни лица и временско ангажирање. Статистичката контрола на квалитетот, користејќи ги своите алатки, особено контролните карти, во голема мера може да придонесе за остварување на барањата на стандардите.

Контролните карти се користат во влезните контроли на квалитетот во текот на технолошкиот процес, контрола на квалитетот на готовиот производ, во лабораторија, во освојување на нови производи, во оценувањето на способноста на процесот и истражувачко - развојни активности. Сите овие активности се составен дел од процесот кој се одвива во различни сегменти и на различни нивоа.

Контролните карти, со поддршка на компјутерска опрема и соодветен софтвер, може ефикасно да се применуваат. Со компјутер се работи побрзо и полесно, со компјутер се остварува повеќе, времето на одговори на компјутерите се прифатливи, веројатност на решавање на задача со компјутер е блиска до единица, програмските техники се изработени модуларни и се добро документирани. Контролните карти се многу популарни во индустријата, а тоа се должи на нивните карактеристики.

Предизвик на менаџментот на компаниите е да се усовршува во збогатување на знаењата од статистика и нивната примена во процесот на донесување на одлуки кои нема да бидат интуитивни туку базирани на правила, анализи и искуства.

Информациите за примена на статистички методи во македонските компании се многу ретки па направеното истражување за статистичкото мислење во магистерскиот труд е добра платформа за понатамошни истражувања во функција на влијание на статистичката информација во процесот на донесување одлуки.

Во текот на изработката на магистерскиот труд се родија нови идеи во контекст на проширување на започнатите истражувања:

1. Дали конструирањето на контролна карта во контрола на процесот ќе даде секогаш доволно прецизен одговор за однесувањето на процесот (доколку изборот на примерокот е намерен..);
2. Да се направи преглед на статистичките методи за контрола во зависност од природата на процесите (во смисол на предлози за фаворизирање на одредени методи за различни процеси);
3. Да се направат компаративни анализи за исти процеси реализирани на различни места и резултатите / заклучоците да бидат достапни јавно;
4. Да се осмислат и авторизираат соодветни прирачници за неопходните знаења на менаџерите во македонските компании за користење на статистички методи и алатки кои ќе им помогнат во процесот на управување со квалитет;
5. Да се подобрат стандардите за квалитет на процес / услуга со вклучување на статистички параметри...

Реализирањето на овие идеи бара и дополнителни истражувања базирани на теоретски / научни сознанија и примена на ИКТ и истите ќе ми бидат предизвик во понатамошната едукација.

ПРИЛОЗИ

Прилог бр.1



ПРАШАЛНИК

за потребите на истражување за магистерскиот труд
„Примена на статистички методи во одлучувањето при
процесот на управување со квалитет“

Целта на ова интервју е да се испита Вашето мислење во врска со примената на статистички методи во одлучувањето при процесот на управување со квалитет во компаниите.

Име и дејност на компанијата: _____

Прашалникот го потполнил: _____

(целосно име и презиме, позиција во компанијата)

1. Со која дејност се занимава вашата компанија?

- а) Преработувачка индустрија
- б) Градежништво
- в) Земјоделство и шумарство
- г) Снабдување со електрична енергија, гас и вода
- д) Вадење руди и камен
- ѓ) Трговија на големо и мало
- е) Туристичка и угостителска дејност
- ж) Сообраќај, складирање и врски
- з) Телекомуникации и информатичка дејност
- с) Финансиско посредување, банки и консалтинг услуги
- и) Образование
- ј) Здравство и социјална заштита
- к) Останати дејности _____

2. Колкав е бројот на вработени во вашата компанија ?

а) 1 – 10 вработени _____

б) 11 – 50 вработени _____

в) 51 – 250 вработени _____

г) над 250 вработени _____

*на празните места наведете го бројот на вработени

3. Дали вашата компанија користи статистички софтвер ?

а) excel

г) SAS

б) qstatlab

д) SPSS

в) minitab

ѓ) Statistica

4. Кои статистички методи ги познавате ?

Основни методи:

Напредни методи:

а) графички прикази

д) линеарен тренд

б) аритметичка средина

ѓ) тестирање на хипотеза

в) медијана

е) контролни карти

г) стандардно отстапување

ж) шест сигма

з) регресиска анализа

5. Колку ги користите статистичките методи во вашата компанија ?

а) воопшто не ги користиме

б) делумно

в) повремено

г) целосно

**доколку не користите ниту еден статистички метод, прашање бр.7 не треба да се одговори*

6. Кои статистички методи ги користи вашата компанија ?

Основни методи:

Напредни методи:

а) графички прикази

д) линеарен тренд

б) аритметичка средина

ѓ) тестирање на хипотеза

в) медијана

е) контролни карти

г) стандардно отстапување

ж) шест сигма

з) регресиска анализа

**може да заокружите повеќе одговори*

7. Дали примената на статистичките методи во вашата компанија е важно и има клучно значење во донесувањето на одлуките ?
- а) не е важно
 - б) делумно
 - в) важно
 - г) важно, но не од клучно значење
 - д) многу важно
8. Кој е клучен фактор за успешно воведување на статистичките методи во вашата компанија ?
- а) да ја осознае потребата
 - б) потребна е обука
 - в) потребен софтвер за апликација
9. Работно место во вашата компанија кое најмногу ги користи статистичките методи
- а) раководител на финансии
 - б) раководител на маркетинг
 - в) раководител на план и анализа
 - г) раководител на производство
10. Во кој сектор во вашата компанија се користат статистичките методи?
- а) плански сектор
 - б) производствен сектор
 - в) продажен сектор
 - г) услужен сектор
 - д) технолошки нормативи
 - ѓ) набавка и контрола
 - е) контрола на трошоци

11. Дали вашата компанија има потреба од додатно статистичко образование и обука ?
- а) потребно ни е
 - б) познати ни се статистичките методи
 - в) не ни е потребно
12. Демографска структура на менаџерите во вашата компанија кои користат статистички методи според ниво на образование
- а) магистер
 - б) високо образование
 - в) вишо образование
 - г) средно образование
13. Демографска структура на менаџерите во вашата компанија кои користат статистички методи според полот
- а) машки
 - б) женски
14. Демографска структура на менаџерите во вашата компанија кои користат статистички методи според возраста
- а) до 25 години
 - б) од 25 г. – 30 г.
 - в) од 30 г. – 35 г.
 - г) од 35 г. – 40 г.
 - д) од 40 г. – 45 г.
 - ф) од 45 г. – 60 г.
15. Демографска структура на менаџерите во вашата компанија кои користат статистички методи според работниот стаж
- а) до 1 година
 - б) од 1 г. – 2 г.
 - в) од 2 г. – 5 г.
 - г) од 5 г. – 10 г.
 - д) над 10 години

16. Што сметате дека се статистичките методи во вашата компанија ?

- а) само збир од методи
- б) начин за подобрување на деловни резултати
- в) методи за контрола на процесот
**може да заокружите повеќе одговори*

17. Со оцена од 1 – 5 оценете го степенот на значајност на статистичките методи и техники во вашата компанија !

- а) – 1 – исклучиво слабо
- б) – 2 – слабо
- в) – 3 – доволно
- г) – 4 – значајно
- д) – 5 – многу значајно

18. Дали сте запознати со стандардите ISO 9001 и ISO 9004 ?

- а) ДА _____

**назначете го начинот на кој сте дошле за нив (книги, списанија, интернет, присуство на обуки и сл.)*

- б) НЕ

19. Каква е користа од имплементација на статистичките методи и техники во вашата компанија ?

- а) подобра контрола на менаџерот
- б) унапредување на процесот на работење (производство)
- в) зголемување на ефикасноста на процесот
- г) зголемување на квалитетот на производот / услугата
- д) олеснување во елиминирање на процедурални (појавени) проблеми
- ѓ) зголемување на задоволството на корисници
- е) употреба на стандардите како промотивна алатка

**може да заокружите повеќе одговори*

20. Кои се вообичаените проблеми (причини) при имплементација на статистичките методи во вашата компанија ?

- а) време потребно за спроведување и имплементација
- б) висока цена на имплементација
- в) недостаток на знаење и потешкотии при интерпретирање на податоците
- г) високи трошоци на одржување

**може да заокружите повеќе одговори*

21. Колку е реално да очекувате дека вашата компанија во наредниот период (3 – 5 години) ќе ги примени статистичките методи и техники ?

- а) сосема е реално
- б) можно е, но не во сите деловни процеси
- в) зависи од состојбата во државата
- г) нереално е да се очекува во тој период

ВИ БЛАГОДАРИМЕ!

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Basu, Ron, Implementing Quality: A practical guide to tools and techniques, Thomson Learning, 2004.
- [2] Besterfield, D., (2001), Quality Control - 6th edition, Upper Saddle River, Prentice Hall, New York.
- [3] Bhatt, G.D. (2001), "Knowledge menadžement in organizations: Examing the interaction between technologies, techniques and people." *Journal of Knowledge Menadžement*, 5(1), 68-75.
- [4] Bobrek, M., (1996), Sistem kvaliteta u proizvodnom sistemu – kibernetiski pristup, mašinski fakultet i IIS – ITC, Banjaluka.
- [5] Box, G. E. P.; Hunter, J. S; Hunter, W. G., (2005), Statistics for Experimenters – 2th edition, New York.
- [6] Bregar, L. (2003), Teaching Statistics in the Internet Era. Proceeding of the Conference "Statistics & the Internet", Berlin, 120-129.
- [7] Вучков, И.Н, (2008), Как статистическите методи могат да станат поизползвани? Научни трудове на русенския университет - 2008, том 47, серия2, Русе.
- [8] Collier, D.A., (1994), The Service Quality Solution, Milwaukee: ASQC Quality Press, New York.
- [9] Chase, R.B.; Jacobs, F.R., Aquilano, N.J., (2006), Operations Management for Competitive Advantage 11th edition, New York.
- [10] Dale, G.; Barrie, B., (2003), Managing Quality, Blackwell.
- [11] David, R., (2006), Statistics and Finance: An introduction, United States of America.

[12] Del solution – Improve your business – Управување со квалитет

URL: <http://www.delsolution.com.mk/page/pageId/8/mk>

[13] Donald J.W., (2010), Understanding Statistical Process Control, United Kingdom.

[14] Douglas, C. M., (2008), Statistical Quality Control: A Modern Introduction – 6th edition, United States of America.

[15] Dransfield, S.B., Fisher, N.I., Vogel, N.J. (1999), “Using Statistics and Statistical Thinking to Improve Organizational Performance.” *International Statistical Review*, 67 (2), 99-122.

[16] Државен завод за статистика

URL: <http://www.stat.gov.mk/MetodoloskiObjasSoop.aspx?id=111&rbrObl=39>

[17] Duncan, A. J., (1986), Quality Control and Industrial Statistics – 5th edition, Homewood, IL: Irwin

[18] Електротехнички факултет, Универзитет во Бања Лука

URL: <http://www.etfbl.net/>

[18] Evans, J.R.; Lindsay, W. M., (2005), The Management and Control of Quality – 6th edition, Cincinnati - Ohio, United States.

[20] Gareth, R.J.; Jennifer, M.G., (2005), Contemporary Management – 4th edition, New York.

[21] Grant, E.L.; Leavenworth, R.S., (1996), Statistical Quality Control - 6th edition, New York.

[22] Хамди, А.Т., (2010), *Операциони Истражувања*, Скопје.

[23] Harrison, K. D.; Petty, J. D., (2002), Systems for Planning and Control in Manufacturing, Newnes.

- [24] Hoerl, R.; Snee, R., (2012), Statistical Thinking: Improving Business Performance – 2th edition, New Jersey.
- [25] Introduction to statistical process control techniques
- URL: http://www.statit.com/statitcustomqc/StatitCustomQC_Overview.pdf
- [26] IQS – Интегрирани системи за квалитет
- URL: <http://www.iqs.com.mk/>
- [27] Jank, W.; Galit, S., (2008), Statistical Methods in eCommerce Research (Statistics in Practice).
- [28] John, J., Whitaker, D., and Johnson, D. (2001), *Statistical Thinking for Menadžers*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.
- [29] Klarić, S.; Pobrić, S., (2009), "Importance of tools and methods for improvement of quality." Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "KVALITET 2009", Univerzitet „Džemal Bijedić“, Mašinski fakultet Mostar, Neum, B&H.
- [30] Krajewski, L.J.; Ritzman, L.; Malhotra, M.K., (2007), Operations management: processes and value chains, Pearson.
- [31] Кралев, Т., (2001), "Оперативен менаџмент", Машински Факултет Скопје.
- [32] Kulašin, D., (2004), Prilog razvoju metode mjerenja zadovoljstva kupca usluge srednje škole prema ISO 9000:2000 -magistarski rad , 2-5, Zenica.
- [33] Кумар, В., (2012), Меѓународно маркетинг истражување, Скопје.
- [34] Kai, Y.; Trewn, J., (2004), *Multivariate Statistical Methods in Quality Management*.
- [35] Kolarik, W. J., (1995), Creating Quality: Concepts, Systems, Strategies, and Tools, New York.
- [36] Ledolter, J.; Burrill, C., (1998), Statistical Quality Control: Strategies and Tools for Continual Improvement, Wellington.

- [37] Newbold. P.; Carlson, W; Thorne, B., (2007), Statistics for business and economics – 6th edition, New Jersey.
- [38] Oakland, S.J., (2004), Quality Management, Oxford.
- [39] Oakland, S.J., (2008), Statistical Process Control – 6th edition, Oxford.
- [40] Peter, M.; Oakland, S.J., (2011), Total Quality Management: A pictorial guide for managers, Oxford.
- [41] Petković, D.; Plančić, I., (2008), Kvalitet u visokom obrazovanju: izazovi i nedoumice?: Univerzitet, Ekonomski fakultet, Zenica.
- [42] Quality – Quality Management Center
- URL: http://www.kvalitet.com.mk/za_nas.php
- [43] Ravindranath, C.P., (2011), Statistics and Statistical Methods for Software Engineering.
- [44] Rigby, D., Bilodeau, B. (2005), Menadžement Tools and Trends, Dostupno na URL: www.bain.com
- [45] Šimićević, V., (2007), Istraživanje statističkih metoda i statističkog mišljenja u hrvatskoj poslovnoj praksi, Ekonomski pregled, 58 (7-8) 445-464 (2007).
- [46] СПЦ софтверски пакети
- URL: <http://bellsouthpwp2.net/e/v/evop/EVOPS/SPC.htm>
- [47] Тодоров, Т.И., (2009), Статистически методи за контрол за квалитетот и конкурентоспособност на бизнис единиците, Икономика и Управление, Научно Списание на Стопанския Факултет при ЮЗУ “Неофит Рилски” – Благоевград Год. V, №1, 2009.
- [48] Wiley, J.; Sons. I., (2005), Introduction to Statistical Quality Control - 2th edition, United States of America.

[49] Цветанов, Г., В., (2004), Създаване на модели и софтуер, приложими при обработка на данни от селскостопански изследвания, Дисертация, Аграрен университет – Пловдив.

[50] Weiers, R. M., (2010), Introduction to Business Statistics, United States of America.

[51] Živković, Ž.; Đorđević, P., (2013), Upravljanje Kvalitetom - IV izmenjeno i dopunjeno izdanje, Tehničkog fakulteta u Boru Univerziteta u Beogradu.

ЕВИЦА ДИМИТРИЕВА

**ПРИМЕНА НА СТАТИСТИЧКИ МЕТОДИ ВО
ОДЛУЧУВАЊЕТО ПРИ ПРОЦЕСОТ НА
УПРАВУВАЊЕ СО КВАЛИТЕТ**

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип